This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.

PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :
H04Q 3/00, H04M 3/36

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 99/48306**

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 23. September 1999 (23.09.99)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/01141

(22) Internationales Anmeldedatum: 23. Februar 1999 (23.02.99)

(30) Prioritätsdaten:
198 11 097.9 16. März 1998 (16.03.98) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: DEUTSCHE TELEKOM AG [DE/DE]; Friedrich–Ebert–Allee 140, D–53113 Bonn (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: STELTNER, Frank [DE/DE]; Königgrätzer Strasse 11, D–45897 Gelsenkirchen (DE). TRINKEL, Marian [DE/DE]; Am Dehlbach 13, D–52393 Hütgenwald (DE). FISCHER, Hans, Dieter [DE/DE]; Vogelbeerweg 41, D–44879 Bochum (DE). KRÖGER, Berthold [DE/DE]; Wiechertstrasse 2, D–45721 Haltern (DE). REICH, Fritz–Jürgen [DE/DE]; Zedernweg 6, D–44799 Bochum (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, HU, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

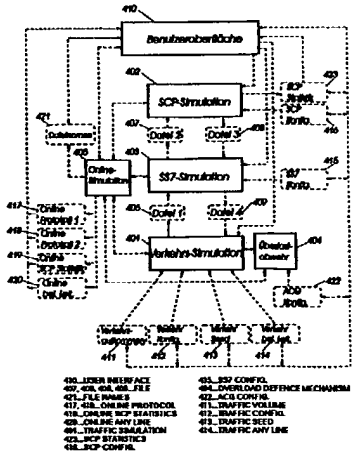
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: SIMULATOR FOR SIMULATING AN INTELLIGENT NETWORK

(54) Bezeichnung: SIMULATOR ZUR SIMULATION EINES INTELLIGENTEN NETZWERKS

(57) Abstract

The invention relates to a simulator for simulating the performance of an intelligent network (IN), with the following components: 1. a module (201, 301, 401) for simulating any IN–typical runs (traffic simulator) in accordance with the rules of traffic theory; 2. a module (202, 302, 402) for event–oriented simulation of the service control point (SCP simulator) using process models; 3. elements (203, 204, 304–307, 406–409) for transferring data between the modules; 4. elements (207, 311, 416, 208–212, 312–317, 411–415) for inputting and storing the network configuration, communications service specification and other simulation parameters and transferring them to the relevant modules and 5. elements (205–207, 308–310, 417–420, 423) for outputting and/or storing the simulated data. Modules (303, 403, 503, 404, 502)for simulating the SS7 signalling system, preferably taking into consideration the functionalities of the service relay point (SRP) (103), and for simulating the overload defence mechanisms within the IN are also provided. The simulation models communicate with transfer files in a file mode or are linked by a common organisation programme, the on–line simulator, in an on–line mode. Central elements of the simulator in the on–line mode are event calendars in which events to be processed by the simulation modules are entered in the order in which they are processed and which enable processes which in reality are carried out in parallel to be processed in a sequence. The inventive IN simulator makes it possible to analyse the performance of an IN in its present or a future state in order to advantageously identify weak points and increase the efficiency of the IN.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Simulator zur Simulation der Performance eines Intelligenten Netzwerks (IN), der folgende Komponenten aufweist: 1. ein Modul (201, 301, 401) zur Simulation beliebiger IN–typischer Ereignisfolgen (Verkehrssimulator) nach den Regeln der Verkehrtheorie; 2. einem Modul (202, 302, 402) zur ereignisorientierten Simulation des Service Control Point (SCP–Simulator) unter Verwendung von Prozeßmodellen; 3. Mittel (203, 204, 304–307, 406–409) zur Datenübergabe zwischen den Modulen; 4. Mittel (207, 311, 416, 208–212, 312–317, 411–415) zur Eingabe und Speicherung der Netzkonfiguration, Kommunikationsdienstespezifikation und sonstigen Simulationsparametern sowie deren Übergabe an die entsprechenden Module; 5. Mittel (205–207, 308–310, 417–420, 423) zur Ausgabe und/oder Speicherung der simulierten Daten. Weiterhin sind Module (303, 403, 503, 404, 502) zur Simulation des SS7–Zeichengabesystems, vorzugsweise unter Berücksichtigung der Funktionalitäten des Service Relay Points (SRP) (103), sowie von Überlastabwehrmechanismen innerhalb des IN vorgesehen. Die Simulationsmodule kommunizieren in einem Datei–Modus über Übergabedateien oder sind in einem Online–Modus durch ein gemeinsames Organisationsprogramm, den Online–Simulator, verknüpft. Zentrale Elemente des Simulators im Online–Modus sind Ereigniskalender, in denen von den Simulationsmodulen abzuarbeitende Ereignisse in der Reihenfolge ihrer Bearbeitung eingetragen sind und die die Umsetzung in der Realität parallel ablaufender Prozesse in eine sequentielle Bearbeitung ermöglichen. Mit dem erfindungsgemäßen IN–Simulator kann die Performance eines IN in gegenwärtiger und zukünftiger Realisierung vorteilhaft ermittelt werden, um Schwachstellen aufzuspüren und die Effizienz des IN zu steigern.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Simulator zur Simulation eines Intelligenten Netzwerks

Technisches Gebiet:

Die Erfindung betrifft einen Simulator zur Simulation eines Intelligenten Netzwerks, insbesondere zur Auffindung und Analyse von Schwachstellen, zum Testen von Netzkonfigurationen und/oder Steuerungsmechanismen sowie zur Auffindung von Möglichkeiten zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des Netzes.

Hintergrund der Erfindung:

Der Begriff Intelligentes Netz (IN) steht weltweit für das Konzept einer für alle Telekommunikationsnetze gültigen Netzarchitektur. Kernelement dieses Konzepts ist ein softwaredefiniertes individuelles Kommunikationsprofil für die Kunden der Telekommunikationsdienste. Im IN sind wichtige Funktionen und Daten zentralisiert und werden nur in einem oder wenigen Knoten bereitgestellt. Diese Funktionen und Daten betreffen beispielsweise Informationen, wie ein Anruf mit einer IN-spezifischen Rufnummer in Abhängigkeit von seinem Ursprungsort, der angewählten Rufnummer, der Tageszeit und/oder sonstigen Parametern behandelt werden soll, z.B. ob und an welchen Netzteilnehmer ein Anruf weitervermittelt, ob und auf welche Ansagen ein Anruf geschaltet werden soll oder ob ein Anruf lediglich gezählt wird. Mit Hilfe des Intelligenten Netzes wird ein intelligenter, verzweigter Datenbankzugriff von einer Mehrzahl von Dienstzugangspunkten (Service Switching Point, SSP) auf in einem oder wenigen zentralen Knoten (Service Control Point, SCP) zur Dienstesteuerung abgelegte Daten und Funktionen realisiert.

Das Intelligente Netz liegt dabei organisatorisch als zentralistisches Netz über dem Telefonnetz und stellt Intelligenz zum Auf- und Abbau von Verbindungen über das Telefonnetz zur Verfügung. Die Schnittstelle zwischen Telefonnetz und Intelligentem Netz ist dabei durch die SSPs gebildet, bei welchen Anrufe mit IN-spezifischen Rufnummern eingehen und nach Erhalt der Weiterbehandlungsinformation vom SCP gemäß dieser Anweisungen weiterbehandelt werden, z.B. an eine vom SCP mitgeteilte Rufnummer weitervermittelt werden.

Im Intelligenten Netz werden die einzelnen Funktionskomplexe in separaten Systemebenen realisiert. IN-Transport- und Vermittlungsfunktionen werden in der SSP-Ebene (Service Switching Point) realisiert, Dienstesteuerungsfunktionen und Verwaltung der Dienstdaten in der SCP-Ebene (Service Control Point) und Diensteverwaltungen im Service Management System (SMS). Die Kommunikation zwischen der SSP- und der SCP-Ebene erfolgt über das Zeichengabesystem Nr. 7 (SS7-System), über welches IN-spezifische Nachrichten zur Anrufbehandlung verschickt werden. Der Zeichengabetransfer und dessen Steuerung innerhalb des SS7-Systems wird durch einen oder mehrere Service Transfer bzw. Relay Point (STP bzw. SRP) realisiert. Der STP bzw. SRP dient dabei zur Vermittlung und Verteilung (Routing) der Nachrichten im zentralen Zeichengabekanal zwischen dem SCP und dem SSP. Der STP bzw. SRP kann zudem als Gateway für Nachrichten dienen, die IN-Dienste eines anderen Netzbetreibers betreffen und vom SCP eines weiteren IN bearbeitet werden müssen. Wichtiges Routing-Kriterium einer IN-Nachricht ist ihr globaler Titel (global title); die STP/SRP-Ebene realisiert dabei die Global Title Translation (GTT).

Die SSP-Ebene verfügt über Möglichkeiten, IN-Verbindungen zu erkennen, z.B. anhand der Rufnummer, und zu unterstützen. Bei diesen Verbindungen müssen Informationen bei einem SCP für den weiteren Verbindungsaufbau abgefragt werden. Der SCP enthält Programme und die dazugehörigen Daten zur Steuerung der Dienste. Desweiteren sammelt der SCP Daten zur Vergebührung und zu statistischen Auswertungen. Mehrere SSP greifen auf einen zentralen SCP zu. Dem SCP übergeordnet ist das Service Management System, welches die Administration der IN-Dienste und IN-Komponenten enthält.

Mit Hilfe eines Intelligenten Netzes werden beispielsweise folgende IN-Dienste realisiert:

Televotum (TV): Der Dienst Televotum ermöglicht dem Dienstteilnehmer, die Anzahl der Anrufe unter seiner Televotum-Rufnummer registrieren zu lassen. In einer Variante dieses Dienstes erfolgt eine Anfrage an den SCP bei jedem Anruf, in einer weiteren Variante werden die Anrufe im SSP vorgezählt, wobei eine Anfrage an den SCP bei jedem k-ten Anruf erfolgt. Unabhängig von der gewählten Variante wird jeder im IN-System eintreffende TV-Ruf registriert. Dabei kann in Abhängigkeit vom aktiven Verkehrsführungsprogramm zudem

jeder n-te Ruf speziell behandelt werden, z.B. nach der Registrierung zu einer vom Dienstteilnehmer festgelegte Zieladresse weitergeleitet werden. Alle anderen Anrufe führen nach der Registrierung zu einer Ansage, die ebenfalls im Verkehrsführungsprogramm vom Dienstteilnehmer festgelegt wurde.

Freephone (FPH): Der Dienst Freephone gibt Dienstnutzern die Möglichkeit, den "Dienstteilnehmer" gebührenfrei anzurufen. Die gesamten Gebühren werden vom Dienstteilnehmer übernommen.

Universelle Rufnummer (UNU): Mit dem Dienst Universelle Rufnummer ist es möglich, daß ein Dienstteilnehmer unter einer einheitlichen, ortsnetzunabhängigen Rufnummer überall erreichbar ist. Die Gebühren für derartige Verbindungen können abhängig von der Festlegung des Dienstteilnehmers vom Anrufer allein oder aufgeteilt auf Anrufenden und Angerufenem erhoben werden.

Tele-Info-Service (TIS): Der Tele-Info-Service ermöglicht Anrufern den Zugang zum Informationsangebot des Dienstteilnehmers über dessen Ansageeinrichtungen oder in direktem Dialog. Die Gebühren werden dem Anrufer berechnet und können anhand der verbindungsbezogenen Informationen zwischen Netzbetreiber und Dienstteilnehmer aufgeteilt werden.

Darüberhinaus sind weitere Dienste möglich, z.B. Zuweisung einer Rufnummer zu einem Kunden anstelle zu einem Anschluß und Leitung aller Anrufe mit dieser Rufnummer an den Aufenthaltsort des Kunden. In diesem Sinne sind auch Mobilfunknetze Intelligente Netze.

Der Dienstteilnehmer hat die Möglichkeit, seinen Dienst anhand weiterer Dienstmerkmale zu spezifizieren, z.B.
Anruf-Umlenkung (Rerouting): Wenn sich der angewählte Teilnehmer nicht meldet oder die Nummer besetzt ist, wird der Anruf entweder auf eine Ansage oder auf eine andere Nummer durchgeschaltet. Dieser Vorgang kann bis zu einer vorgeschriebenen Anzahl von Versuchen wiederholt werden, ansonsten wird der Anruf abgewiesen.

Anrufbegrenzung: Übersteigt die Anzahl der Anrufe zu einer Zielrufnummer innerhalb eines Zeitraums die vom Dienstteilnehmer vorgegebene

Begrenzung, werden die überzähligen Anrufe auf definierte alternative Zielrufnummern oder Ansagen geführt.

Zeitabhängige Zielansteuerung: Der Anrufszeitpunkt wird gegen die periodischen und/oder temporären Zeitfenster geprüft. Wird kein gültiges Zeitfenster gefunden, führt der SCP den IN-Anruf zu einer Standardhinweisansage, ansonsten wird zum Anrufziel oder zum nächsten Dienstmerkmal verzweigt.

Ursprungsabhängige Zielansteuerung: Die Netzursprungsinformation wird mit der im Verkehrsführungsprogramm hinterlegten Ursprungsinformation verglichen. Wird keine Übereinstimmung gefunden, führt der SCP den Anruf zu einer Standardhinweisansage, ansonsten wird zum Anrufziel oder zum nächsten Dienstmerkmal verzweigt.

Anrufverteilung: Das Dienstmerkmal Anrufverteilung erlaubt die Definition individueller Quoten, nach denen Anrufe auf verschiedene Ziele verteilt werden.

Wird ein Anruf auf eine Ansage geschaltet, fungiert der SSP als fiktiver Kommunikationsteilnehmer. Der SSP unterstützt netzleistungsbezogene Standardhinweisansagen und Ansagen, die als Anrufsziel angesteuert werden können. Die einzelnen Ansagen haben eine begrenzte Zahl von Abfrageplätzen. Bei Belegung aller Abfrageplätze werden die überzähligen Anrufe abgewiesen. Jede Ansage ist durch eine maximale Abhörzeitdauer und Anzahl von Wiederholungen begrenzt.

Für die meisten IN-Dienste, z.B. FPH, UNU, TIS und TV ohne Vorzählung, besteht die Aufgabe des Intelligenten Netzes darin, die gewählte IN-Nummer in Abhängigkeit von definierten Dienstparametern im Verkehrsführungsprogramm in eine reale Nummer zu übersetzen. Dieses erfolgt nach folgendem prinzipiellen Ablauf:

1. Im SSP werden die ersten Ziffern der gewählten Telefonnummer ausgewertet und der IN-Dienst erkannt. Der SSP sendet eine Anfrage zur weiteren Rufbehandlung mit der Nachricht PROVIDE INSTRUCTION an den SCP. Die Nachricht enthält als Parameter die vom Dienstnutzer gewählte IN-

Teilnehmerrufnummer (CALLED-PARTY-ADDRESS) und die Rufnummer des Anrufes (CALLING-PARTY-ADDRESS).

2. Im SCP wird durch die Nachricht PROVIDE-INSTRUCTION das Dienstlogikprogramm für den entsprechenden IN-Dienst angesprochen. Das über CALLED-PARTY-ADDRESS adressierte teilnehmerspezifische Verkehrsführungsprogramm wird angesteuert. Als Ergebnis wird im hier beschriebenen Normfall ein Ziel für den Verbindungsaufbau ermittelt, das kann eine Rufnummer oder eine Ansage sein. Zusätzlich können sich aus dem Verkehrsführungsprogramm Anforderungen zur Verbindungsüberwachung ergeben, wie das Überwachen von "Teilnehmer besetzt" und "Teilnehmer antwortet nicht". Der SCP sichert die Ergebnisse im verbindungsspezifischen Kontext und sendet die Nachricht CREATE-JOIN und MONITOR an den SSP. Die Nachricht enthält als Parameter CALLED-PARTY-ADDRESS und EVENTLISTE, die die zu überwachenden Ereignisse spezifiziert.

3. Im SSP wird zu der mit CREATE-JOIN übergebenen Zielrufnummer über das Fernsprechnetz ein Verbindungsaufbau zum B-Teilnehmer durchgeführt oder auf eine Ansage geschaltet.

4. Der SSP überwacht den Verbindungsaufbau zum B-Teilnehmer, wenn dies in der EVENTLISTE spezifiziert wurde. Wenn der B-Teilnehmer nicht reagiert, wird die Verbindung in Richtung B-Teilnehmer nach Ablauf eines Timeouts ausgelöst und der SCP mit der Nachricht EVENT über das aufgetretene Ereignis informiert.

5. Aus dem Verkehrsführungsprogramm wird ein Alternativziel bestimmt (Rerouting) und eine Nachricht CREATE-JOIN und MONITOR mit entsprechenden Patametern an den SSP gesendet.

6. Im SSP wird zu der mit CREATE-JOIN übergebenen Zielrufnummer über das Fernsprechnetz ein Verbindungsaufbau zum B-Teilnehmer durchgeführt, oder auf eine Ansage geschaltet. Nach Melden des B-Teilnehmers wird die Verbindung durchgeschaltet.

7. Bei Gesprächsende werden im SSP die im SCP benötigten Daten für die Vergebührung und Statistik zusammengestellt und mit der Nachricht

EVENT(CALL-END) übertragen. IM SSP wird mit einem Timer die Bestätigung dieser Nachricht durch den SCP überwacht. Ist bis zum Ablauf des Timers keine Bestätigung eingetroffen, wird das Senden der Nachricht EVENT(CALL-END) wiederholt.

8. Nach Empfang der Nachricht EVENT(CALL-END) sendet der SCP eine Nachricht zum Beenden des TCAP-Dialogs. Im SCP wird der verbindungsspezifische Kontext reaktiviert. Die empfangenen Timestamps werden zusammen mit den im Kontext hinterlegten Daten abgespeichert (CallTickets). Sie werden später zur weiteren Bearbeitung an das SMS übertragen. Im SCP geführte Zähler (z.B. für erfolgreiche Anrufe) werden hochgezählt (Counter Tickets).

Die Punkte 4, 5 und 6 in diesem Ablauf treten nur bei einem Rerouting auf.

Um auch bei hohem Verkehrsaufkommen einen ordnungsgemäßen Betrieb des IN sicherzustellen, sind innerhalb des IN-Überlastabwehrmechanismen vorgesehen. Die Überlastabwehr führt dazu, daß der SSP nach bestimmten Vorgaben IN-Anrufe ohne Anfrage an den SCP abweist. Beispiele für Überlastabwehrmechanismen sind AUTOMATIC-CALL-GAPPING (ACG) oder die LEAKY-BUCKET-Methode. Es ist eine dienst- und/oder zielabhängige Überlastabwehr möglich.

Ein Service Control Point ist üblicherweise ein mehrschichtiges System mit einem Hardwarefundament und mehreren, üblicherweise drei Schichten Software. Das Hardwarefundament besteht aus einem Computer mit einem oder mehreren parallel verarbeitenden Prozessoren mit Verbindungsleitungen, Festplatten, Magnetbändern, Terminals und Druckern. Die erste Softwareschicht enthält die Systemsoftware. Die zweite Softwareschicht (NODE-Software) enthält allgemeine Funktionen für die Service Application. Die dritte Softwareschicht besteht aus der Application, die die anrufeverarbeitenden Dienste unterstützt. Im Falle einer Parallelverarbeitungs-Architektur des SCP weist dieser eine Mehrzahl von Prozessoren auf, die jeweils eine in sich autarke Einheit mit CPU, Hauptspeicher, Stromversorgung und Eingabe/Ausgabe-Prozessor darstellen und untereinander mit einem Bus-System verbunden sind.

Die verschiedenen SCP-Software-Schichten enthalten neben Betriebssystemprozessen und allgemeinen, nicht unmittelbar zum

Betriebssystem gehörenden Prozessen, z.B. zur Kommunikation zwischen den Prozessen oder zur effektivenVerwaltung des lokalen Cache, Applikationsprozesse, die für die Abarbeitung einer IN-Nachricht benötigt werden. Eine am SCP ankommende IN-Nachricht durchläuft somit in verschiedenen Schichten des SCP eine Folge von Prozessen, welche in der Generierung einer IN-Nachricht des SCP an den SSP als Antwort auf dessen Anfrage zur Anrufbehandlung resultiert. Die Prozesse können dienst- und/oder diensteteilnehmerabhängig sein oder unabhängig davon von sämtlichen IN-Nachrichten genutzt werden. Die Prozesse sind in einer oder mehreren Inkarnationen auf allen bzw. ausgewählten Prozessoren eines SCP implementiert.

Die Abarbeitung einer IN-Nachricht im SCP erfolgt in der Regel nach folgendem Schema, realisiert durch Aufruf einer vorbestimmten Kette von Einzelprozessen:

Eine Nachricht vom SSP wird empfangen und an den SCP-Rechner weitergeleitet. Der SCP-Rechner empfängt die Nachricht, Speicher wird vom zur Verfügung gestellt und die Nachricht wird auf ihren Gültigkeitsbereich überprüft. Der Kontext zur Anrufbehandlung wird erstellt. Ein Routingtree wird aus dem Arbeitsspeicher oder von der Festplatte geladen. Aus dem Routingtree wird die anzuwählende Rufnummer ermittelt. Der Kontext zum Anruf wird gespeichert und eine Antwort an den SSP erstellt. Die Antwort wird als neue IN-Nachricht an den SSP gesendet.

Alle zur Verarbeitung eines IN-Rufs benötigten Prozesse werden nur auf einen Prozessor angestoßen, wobei der vorhergehende Prozeß terminiert sein muß, bevor der nächste Prozeß angestoßen werden kann.

Die Verbindungsende-Behandlung nach Auslösung der Verbindung von der Vermittlungsstelle zum SSP durch den Anrufer wird analog zur oben dargestellten Verbindungsaufbaubehandlung durch eine entsprechende Prozeßkette abgearbeitet.

Die Abarbeitung einer IN-Nachricht im STP/SRP erfolgt ebenfalls durch Abarbeitung einer vorbestimmten Kette aufeinanderfolgender Prozesse.

Technische Aufgabe:

Bei Messungen an existierenden IN-Netzwerken, insbesondere an deren zentraler Komponente SCP, wurden hohe mittlere Bearbeitungszeiten beobachtet. Dieses führt zu inakzeptabel langen Verbindungsaufbauzeiten bei hoher Auslastung des Systems durch IN-Verkehr, insbesondere zu Spitzenzeiten
des Dienstes Televotum, aber auch durch andere Einflüsse. Die Analyse von Schwachstellen des IN-Netzes, die zu solchen erhöhten Antwortzeiten führen, ist jedoch problematisch, da die Meßwerte jeweils nur statistische Daten sind und eine Messung nicht in jedem Stadium der Nachrichtenbearbeitung vorgenommen werden kann. Weiterhin besteht auch ein grundsätzliches Problem bei der Messung am realen IN dergestalt, daß alle realen Detailmessungen die Performance des zu untersuchenden Systems durch Aktivierung zusätzlicher Meßprozesse, die nicht zur regulären IN-Call-Behandlung gehören, beeinflussen.

Ein weiteres Problem ergibt sich bei der Implementierung neuer Komponenten in ein bestehendes IN. Das IN befindet sich zu jedem Zeitpunkt im Betriebszustand, wobei eine Parameteränderung an diesem komplexen System ohne Gefährdung der Betriebssicherheit nicht möglich ist. Es ist weiterhin gegenwärtig nicht feststellbar, ob beispielsweise Prozessoren mit einer bestimmten technischen Spezifikation tatsächlich die vom Hersteller zugesicherten Leistungen bringen.

Neben der Notwendigkeit, Schwachstellen schon bestehender Intelligenter Netze zu analysieren, besteht ein Bedürfnis dahingehend, auch noch nicht realisierte Netzkonfigurationen bereits im Planungsstadium zu testen, um innerhalb gegebener Randbedingungen die Konfiguration mit der bestmöglichen Performance zu ermitteln. Es stellt sich beispielsweise die Frage, welche Leistungsfähigkeit der SCP-Rechner bzw. dessen Einzelprozessoren haben müssen oder welche Kapazitäten ggf. in welcher Form für die einzelnen Dienste bereitgestellt werden müssen. Weiterhin stellt sich die Frage, ob und wie möglicherweise durch eine geänderte Prozeßverwaltung innerhalb der Prozessoren des IN eine bessere Performance erzielbar ist. Ein weiteres kritisches Element beim Betrieb eines Intelligenten Netzes ist auch der Überlastabwehrschutz, der das System möglichst nahe an seiner Leistungsgrenze stabilisieren soll. Die Ermittlung entsprechender Überlastabwehrparameter ist in der Praxis nur schwer möglich, so daß das

Bedürfnis besteht, die optimalen Einstellungen der Überlastabwehr in Abhängigkeit von sonstigen Netzkonfigurationen unabhängig vom Netzbetrieb zu ermitteln und auf das reale Netz zu übertragen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Werkzeug zur Ermittlung der Performance eines Kommunikationsnetzes mit IN-Struktur zur Verfügung
zu stellen. Dabei soll der Benutzer die Netzkonfiguration sowie die Art der Anrufbehandlung innerhalb der Netzkomponenten in weiten Grenzen angeben und verändern können, die Simulation soll also unabhängig von der gewählten IN-Platform sein. Es sollen statistische Daten zur Performance des Netzes erzeugt werden, welche einen Vergleich an mit realen IN-Komponenten gemessenen Daten erlauben, weiterhin sollen jedoch auch solche Daten zur Verfügung gestellt werden, auf welche bei realen Netzen keine Zugriffsmöglichkeiten bestehen, so etwa rufspezifische Protokollierung der Bearbeitungszeiten beim Durchlauf des Intelligenten Netzes.

Offenbarung der Erfindung und deren Vorteile:

Die Lösung der Aufgabe besteht erfindungsgemäß bei einem Simulator zur Simulation der Performance eines Intelligenten Netzwerks (IN), der folgende Komponenten aufweist:

1. Ein Modul zur Simulation beliebiger IN-typischer Ereignisfolgen (Verkehrssimulator) nach den Regeln der Verkehrstheorie;
2. einem Modul zur ereignisorientierten Simulation des Service Control Point (SCP-Simulator) unter Verwendung von Prozeßmodellen;
3. Mittel zur Datenübergabe zwischen den Modulen;
4. Mittel zur Eingabe und Speicherung der Netzkonfiguration, Kommunikationsdienstespezifikation und sonstigen Simulationsparametern sowie deren Übergabe an die entsprechenden Module;
5. Mittel zur Ausgabe und/oder Speicherung der simulierten Daten.

Da die Ursachen für die Performancedefizite des Intelligenten Netzes aufgrund dessen zentralistischer Struktur häufig im zentralen SCP zu suchen sind, bildet die Modellierung des SCP des Kernstücks des Simulators. Mittels Warteschlangenmodellen/Prozeßmodellen ist eine detaillierte Modellierung der Softwarestruktur des SCP realisierbar. Ein weiteres Modul, der

Verkehrssimulator, wird im IN-Simulator benötigt, um IN-spezifische Last zu generieren und realistischen Input für den SCP-Simulator zu erzeugen.

Der Simulator ist im Kern durch ein Computerprogramm realisiert. Dieses Programm greift beim Start oder während der Simulation auf Dateien zu, in welchen Parameter zur Konfiguration des Netzes bzw. der Netzkomponenten, zur Spezifikation der Kommunikationsdienste, d.h. Art und Ablauf der Anrufbehandlung, sowie sonstige den Simulationsablauf betreffende Parameter, z.B. Angaben über das Verkehrsaufkommen, gespeichert sind. Diese Dateien sind vom Benutzer in bekannter Weise beschreibbar und veränderbar. Vorzugsweise erfolgt die Eingabe der Simulationsparameter unter Verwendung von Bildschirm und Tastatur eines Computers. Die Simulationsparameter werden gespeichert und können vor Durchlauf einer neuen Simulation einzeln oder in ihrer Gesamtheit verändert werden, so daß gezielt der Einfluß einzelner Parameter auf die simulierte IN-Performance zu analysieren ist.

Die verwendete Simulationsart entspricht der sogenannten ereignisgesteuerten Simulation. Für spezielle Zeitpunkte, werden IN-spezifische Ereignisse generiert, die zur Bearbeitung die einzelnen Komponenten des Simulators durchlaufen. Die in den einzelnen Simulationsmodulen, ggf. auch in Unterkomponenten der Simulationsmodule, anfallenden Bearbeitungszeiten werden mitprotokolliert.

Vorzugsweise weist der IN-Simulator zusätzlich zu den Basiskomponenten SCP-Simulator und Verkehrssimulator ein Modul zur ereignisorientierten Simulation des Zeichengabesystems Nr. 7 auf. Dieser SS7-Simulator arbeitet auf der Basis von Warteschlangenmodellen, soweit Funktionalitäten in das SS7 integrierter Prozessoren nachgebildet werden sollen, und/oder prägt einer Nachricht lediglich eine konstante Verzögerungszeit auf, welche die endliche Laufzeit in den Zeichengabekanälen zwischen SSP und SCP berücksichtigt. Die innerhalb des SS7-Simulators zu simulierenden Komponenten sind die Prozessoren/Prozeßketten in der SSP-Ebene, der STP/SRP-Ebene und je nach Netzkonfiguration der SCP-Ebene, z.B. ein SCP-Eingangsprozessor (FRONT END SYSTEM), welcher die Schnittstelle des SCP zum Zeichengabesystem bildet.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist ein Modul zur Simulation von Überlastabwehrmechanismen vorgesehen. Dieser Überlastabwehr-Simulator modifiziert die Anzahl der von wenigstens einem der übrigen Simulisationsmodulen verarbeiteten Ereignisse in Abhängigkeit von der Belastung eines oder mehrerer Simulationsmodule, z.B. in Abhänigkeit von der Warteschlangenlänge, und/oder von benutzerdefinierbaren Parametern. Die benutzerdefinierbaren Parameter sind beispielsweise Belastungsgrenzen, bei deren Überschreitung die Überlastabwehr aktiviert wird. Anstatt fest definierter Grenzen kann auch eine "unscharfe" Entscheidung vorgesehen sein, z.B. mittels einer Fuzzy-Logik. Realen Verhältnissen am ehesten entsprechend ist ein Überlastabwehr-Simulator, welcher seine Steuerungsparameter vom SCP-Simulator erhält, auf den Verkehrssimulator zugreift und die Menge der vom VerkehrsSimulator erzeugten oder weitergegebenen IN-Ereignisse in Abhängigkeit von den Steuerungsparametern reguliert. Bei Eingreifen der Überlastabwehr wird ein vom Verkehrssimulator zunächst erzeugter Anruf mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit nicht in ein IN- Ereignis, das einer Anfrage des SSP an den SCP entspricht, umgewandelt, also nicht an die weiteren Simulationsmodule weitergegeben. In der Realität entspricht dies einem vom SSP abgewiesenen Anruf.

Vorzugsweise bildet der Überlastabwehr-Simulator den Mechanismus des Automatic Call Gapping (ACG) nach. Dabei werden innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls sämtliche über eine bestimmte Anzahl hinausgehenden Anrufe/Ereignisse abgewiesen.

Die Module Verkehrssimulator, SCP-Simulator sowie gegebenenfalls SS7-Simulator und Überlastabwehrsimulator stellen eigenständige Simulatoren der entsprechenden Netzkomponenten dar. Intern sind ihre Funktionen entweder über Dateien verknüpft (Datei-Modus) oder vorzugsweise über ein Organisationsprogramm integriert (Online-Modus), das die Abarbeitung der einzelnen IN-Ereignisse über alle Komponenten des IN-Simulators hinweg gewährleistet.

Im Datei-Modus erfolgt die Kommunikation zwischen den Simulationsmodulen in Form von Schreib- bzw. Lesezugriffen auf Dateien, in denen Daten bezüglich der Konfiguration des Netzes bzw. der zu

simulierenden Netzkomponenten sowie ggf. die von einem der Simulationsmodule erzeugten Daten hinterlegt sind.

Um eine vollständige Simulation des Netzes durchzuführen, müssten die Teilsimulationen nacheinander aufgerufen werden. Ein Simulationslauf beginnt mit der Generierung des Verkehrsaufkommens am IN durch den Verkehrs-Simulators. Die generierten Nachrichten (PROVIDE INSTRUCTION mit ihrer Erzeugungszeit t1 werden EVENT oder CALL END) in einer ersten Übergabedatei gespeichert und von dem anschließend aufzurufenden Simulationsmodul eingelesen. Es ist weiterhin zu jeder Nachricht eine Anruf-Identifikationsnummer gespeichert, die die Zuordnung mehrerer Nachrichten zu einem Anruf und damit letztendlich die Bestimmung von rufspezifischen Antwortzeiten erlaubt.
In der einfachsten Version des Simulators ist dieses zweite Simulationsmodul der SCP-Simulator. Bei Berücksichtigung des SS7 wird die erste Datei hingegen an den SS7- Simulator übergeben. In diesem Fall werden die Nachrichten nach dem Durchlaufen des SS7-Simulators, ergänzt um den SS7-Ausgangszeitpunkt t2, in eine zweite Übergabedatei geschrieben, auf welche der SCP-Simulator zugreift. Der SCP-Simulator erzeugt zu jedem in der ihm übergebenen Datei vorhandenen Eintrag eine Nachricht CREATE-JOIN oder CALL END und schreibt diese mit der Ausgangszeit t3 in eine dritte Datei. Vor der Ankunft der Nachricht in SSP wird ggf. nochmals der SS7-Simulator durchlaufen, wobei der SS7- Ausgangszeitpunkt t4 protokolliert wird.

Aus den Übergabedateien der Simulationsmodule können durch Differenzbildung der protokollierten Zeitmarken die Verzögerungszeiten in den einzelnen Netzkomponenten sowie im gesamten Netz ermittelt werden.

Da durch den sequentiellen Betrieb der Teilsimulationen jede Form von Rückkopplungen zwischen den Netzkomponenten ausgeschaltet wird, müssen mehrere Durchläufe des oben beschriebenen Vorganges erfolgen, um einen eingeschwungenen Zustand zu erhalten die Funktionalitäten des realen Netzes weitgehend nachzubilden.

Der Dateibetrieb eignet sich sehr gut, um das Verhalten einzelner Netzkomponenten getrennt vom Netz, also rückkopplungsfrei, zu untersuchen. Das Verhalten der einzelnen Komponenten läßt sich z.B. durch Modifikation der entsprechenden Simulationsparameter schnell und direkt

ermitteln. Dabei sind einzelne IN-Komponenten getrennt modifizierbar und analysierbar. Der Dateimodus gestattet zudem, einzelne EVENTS zwischen den Komponenten leicht zu verfolgen. Das stationäre Verhalten des Gesamtsystems läßt sich jedoch im Dateimodus nur iterativ mit geeigneten Anfangsbedingungen ermitteln.

Im Online-Modus sorgt ein Organisationsprogramm dafür, daß die Teilsimulationen quasiparallel ablaufen. Damit ist der Simulator imstande, das Netz als Ganzes zu simulieren und dabei insbesondere auch Rückkopplungen zwischen den Komponenten unmittelbar zu berücksichtigen. Die Umsetzung der in der Realität parallel ablaufenden Bearbeitung der Nachrichten in den Netzkomponenten in eine sequentielle bzw. quasiparallele Bearbeitung der IN-Ereignisse in den Simulationsmodulen wird mit Hilfe von Ereigniskalendern realisiert. Ein Ereigniskalender ist eine Liste aller von einem Element, z.B dem Simulator, einem Simulationsmodul oder einer Teilkomponente eines Moduls, abzuarbeitender Ereignisse, z.B. IN-Nachrichten oder Einzelprozesse, die in chronologischer Reihenfolge in diese Liste eingetragen sind. Mit hilfe der Ereigniskalender bestimmt der Online-Simulator, welches Ereignis als nächstes zu bearbeiten ist (Ereignisorientierte Simulation). Der Startzeitpunkt des nächsten Ereignisses ergibt sich dabei additiv aus dem Startzeitpunkt und der Dauer des vorhergehenden Ereignisses. Eine zentrale Rolle bei der Realisierung des quasiparallelen Betriebs der Simulationsmodule spielt der globale Ereigniskalender, der die von der Gesamtheit der Simulationsmodule abzuarbeitenden Ereignisse in chronologischer Reihenfolge enthält. Anhand des globalen Ereigniskalenders bestimmt der Simulator, welche Teilsimulation zu welchem Simulationszeitpunkt aufzurufen ist. Neben dem globalen Ereigniskalender existieren weiterhin lokale Ereigniskalender, die von den Simulationsmodulen geführt werden. In den globalen Ereigniskalender sind Ereignisse folgender Ereignisgruppen eingetragen:

Interne Ereignisse: Interne Ereignisse sind Verweise auf die lokalen Kalender der entsprechenden Simulationsmodule. Sie betreffen das Weiterschalten eines Simulationsmoduls um einen einzelnen Simulationsschritt.

Externe Ereignisse: Externe Ereignisse repräsentieren die Eingabe einer IN-Nachricht in eine Teilsimulation, sie stehen für Nachrichten die zwischen den

Simulationskomponenten verschickt werden und der Kommunikation der Simulationskomponenten untereinander dienen.

Rufunabhängige Ereignisse: In einer Weiterbildung der Erfindung werden auch solche Ereignisse in dem globalen Kalender eingetragen, die unabhänigig von IN-Ereignissen sind und z.B. zur Simulation der Betriebssysteme in den Teilkomponenten gehören.

Alle Ereignisse veranlassen in der Regel das jeweilige Simulationsmodul zur Generierung eines Folgeereignisses, das wiederum in den globalen und unter Umständen auch in den lokalen Ereigniskalender eingetragen wird. Einige Ereignisse veranlassen nach ihrer Abarbeitung eine Protokollierung, anhand derer nachvollzogen werden kann, wie schnell eine Nachricht vom jeweiligen Simulationsmodul bearbeitet wurde.

Die Funktionalität des IN-Simulators ist für den Anwender vorzugsweise über eine Benutzeroberfläche zugänglich. Diese Oberfläche übernimmt die Verwaltung einer oder mehrerer Simulationen, indem sie Eingabemasken zur Eingabe der Simulationsparameter der einzelnen Simulationsmodule bereitstellt, die eingegebenen Daten in entsprechenden Dateien ablegt und simulationsbezogen speichert. Die Generation einer neuen Simulation wird mittels Kopieren und Modifizieren ausgewählter Parameter durch den Benutzer ermöglicht. Die Benutzeroberfläche beinhaltet eine weitgehend selbständige Dateiverwaltung des zu jeder Simulation gehörenden Systems von Konfigurations- und Ergebnisdateien. Der Benutzer hat die Möglichkeit, sich sämtliche simulierten Daten anzeigen zu lassen. Die vom Benutzer ausgewählten "Meßgrößen", z.B. Auslastung der SCP, Warteschlangenlänge im SCP, Verkehrsaufkommen im IN, werden mit Hilfe eines Grafikprogrammes aufbereitet und sind als Grafik auf dem Bildschirm eines Computers darstellbar. Vorzugsweise können die Simulationsergebnisse sowohl einer Simulation als auch unterschiedlicher Simulationen gemeinsam auf einem Bildschirm dargestellt werden. Weiterhin ist vorzugsweise über Dateifilter die Erzeugung von Ausgabefiles zur Weiterverarbeitung in anderen Programmen möglich.

Kurzbeschreibung der Zeichnung wobei zeigen:

Figur 1 Die Topologie eines Intelligenten Netzes

Figuren 2 und 3 Die Struktur eines erfindungsgemäßen, im Datei- Modus betriebenen Simulators

Figur 4 Die Struktur eines erfindungsgemäßen, im Datei- sowie im Online-Modus betreibbaren Simulators

Figur 5 Prinzipieller Aufbau eines IN-Simulators

Figur 6 Ein Beispiel für Konfigurationsparameter des Verkehrs-Simulators

Figur 7 Prinzipieller Simulationsablauf im Datei-Modus

Figur 8 Prinzipieller Simulationsablauf im Online-Modus

Figur 9 Schematisch die Abarbeitung eines globalen internen Ereignisses aus der Sicht der Online-Simulation

Figur 10 Prinzip der SCP-Simulation

Figur 11 Beispiel für Konfigurationsparameter des SCP-Simulators

Figur 12, 13 Ein der SCP-Simulation zugrundeliegendes Modell der Prozeßverwaltung einer CPU

Figur 14 Ein schematisches, objektorientiertes Modell eines SCP-Simulators

Figur 15 Anordnung der SS7-Schichten

Figur 16 Modellierung der MTP3 Ebene des SRP

Figur 17 Modellierung der TCAP-Schicht des SS7

Figur 18 Beispiel für Konfigurationsparameter des SS7-Simulators

Figur 19 die Implementierung des Überlastabwehr-Simulators in den IN-Simulator im Online-Modus

Figur 20 die Implementierung des Überlastabwehr- Simulators in den IN-Simulator im Datei-Modus

Figuren 21, 22, 23 Beispiele für mit dem IN-Simulator ermittelte Simulationsdaten.

Wege zur Ausführung der Erfindung:

Figur 1 zeigt die Topologie eines Intelligenten Netzes zur Darstellung des Simulationskonzeptes. Ein Intelligentes Netz weist im wesentlichen drei logische Komponenten auf, den Service Control Point (SCP) 109, den Service Switching Point (SSP) 102 sowie den Signal Transfer Point bzw. Signal Relay Point (STP bzw. SRP) 103. Die SSP-Ebene nimmmt Signalisierungsanforderungen der als extern betrachteten Kundengeräte über

eine der Vermittlungsstellen 101 des Telefonnetzes entgegen und betreibt den Verbindungsaufbau für solche IN-spezifischen Verbindungen.

Die SCP-Ebene enthält Prozeduren und Datenbanken zur Rufbewertung und zum Verbindungsmanagement. Diese Informationen dienen dazu, den Weg für eine Verbindung durch das Telefonnetz zu finden. Der SCP bzw. SRP übernimmt Vermittlungsfunktionen zwischen SCPs und SSPs. Die Kommunikation zwischen den Komponenten SSP, SCP und STP/SRP folgt über das Zeichengabesystem Nr. 7 (SS7). Dazu bestehen in der Regel eine Vielzahl von Zeichengabekanälen 106, 107, 108 zwischen STP/SRP und SSP bzw. STP.

Prinzipiell können die drei logischen Komponenten SSP, SCP und STP/SRP in einem physikalischen Gerät integriert sein, z.B. in einer Vermittlungsstelle. Der Regelfall ist allerdings die in Figur 1 dargestellte pyramidenartige Struktur des Intelligenten Netzes mit einem zentralen SCP 109 einer Vielzahl von davon beabstandeten SSPs 102 sowie einigen STR/SRP 103 als Nachrichtenknoten im SS7-System. Zwischen den Vermittlungsstellen des Telefonnetzes und des SSPs bestehen physikalische Nutzkanäle 105, über welche Telefonverbindungen aufgebaut werden können. Ein Anruf mit einer IN-spezifischen Rufnummer wird zunächst grundsätzlich an einen SSP vermittelt, welcher nach Erhalt der Weiterbehandlungsinformation von SCP die Verbindung an das jeweilige Ziel weitervermittelt. Der SSP stellt somit die Schnittstelle zwischen dem Telefonnetz und dem Intelligenten Netz dar. SSP-Funktionalitäten können auch direkt in eine Vermittlungsstelle integriert sein.

Im Rahmen der IN-Simulation wird der von den SSPs in das Intelligente Netz gelangende IN-Verkehr mit dem Verkehrssimulator simuliert, die Funktion des SCP wird mit dem SCP-Simulator modelliert, der SS7-Simulator modelliert die Funktionen der SSPs, der STPs/SRPs, der SCP-Eingangsprozessoren 104 sowie der Verbindungsleitungen zwischen diesen Komponenten. Der Anwender des Simulators hat die Möglichkeit, im Rahmen der Eingaben zur Netzkonfiguration die Netztopologie frei zu wählen und so die Struktur des simulierten Netzes beliebigen Vorgaben anzupassen. Zu den benutzerdefinierbaren Simulationsparametern gehören die Anzahl der SSPs 102, die Anzahl der STPs/SRPs 103, die Anzahl der SCP-Eingangsprozessoren

104 die Anzahl der Zeichenkanäle zwischen einem STP/SRP und einem SCP bzw. einem SSP, ggf. auch die Anzahl der SCPs.

Figur 2 zeigt die Struktur eines erfindungsgemäßen, im Datei-Modus betriebenen IN-Simulators den Simulationsmodulen Verkehrs-Simulator 201 und SCP-Simulator 202. Der Verkehrs-Simulator 201 generiert gemäß den Benutzerangaben, die in Eingabedateien 208, 209, 210, 211, 212 hinterlegt sind, unter Berücksichtigung der ggf. in der Übergabedatei 204 gespeicherten Daten ein IN-spezifisches Verkehrsaufkommen, d.h. eine Folge von Ereignissen, welche IN-Nachrichten eines oder mehrerer SSPs an den SCP repräsentieren. Die Eingabendateien 208 bis 212 sind für den Anwender vorzugsweise über eine gemeinsame Benutzeroberfläche zugänglich und werden vom Verkehrssimulator 201 beim Simulationsbeginn eingelesen. Die Eingabedateien 208 bis 212 enthalten Parameter, welche jeweils unterschiedliche Aspekte der Simulation betreffen, z.B. die Netzkonfiguration im Bereich der Schnittstelle zwischen IN und Telefonnetz betreffend (Anzahl SSP), die internen Einstellungen eines SSP betreffend (Anzahl Ansageplätze pro Dienst, Zeit bis zum Timeout, Anzahl Leitungsverbindungen), das weitere Schicksal eines Anrufs betreffende Wahrscheinlichkeiten (mittlere Gesprächs- und/oder Ansagendauer, maximale Ansagendauer, Umlenkwahrscheinlichkeit), Angaben zur mittleren Anzahl Anrufe pro Zeiteinheit und Dienst für eines oder mehrere aufeinanderfolgende Zeitintervalle. Es versteht sich von selbst, daß die Anzahl der Eingabedateien 208 bis 212 willkürlich ist und beispielsweise sämtliche Benutzerangaben, auch andere Simulationsmodule betreffend, in einer beliebigen Anzahl Dateien, auch einer einzigen, gespeichert sein können.

Im hier dargestellten Beispiel weist der SCP-Simulator 202 eine SCP-Eingabedatei 207 auf, in welcher Benutzerangaben bezüglich der SCP-Konfiguration gespeichert sind und die der SCP-Simulator 202 bei Simulationsbeginn einliest.

Im Dateimodus werden die Module Verkehrssimulator 201 und SCP-Simulator 202 nacheinander betrieben. Die vom Verkehrssimulator erzeugte Ereignisfolge wird in eine erste Übergabedatei 203 geschrieben, welche die nunmehr vom SCP-Simulator 202 abzuarbeitenden Ereignisfolgen enthält. Im darauffolgenden Schritt liest der SCP-Simulator diese Übergabedatei 203 ein und arbeitet die darin abgespeicherten Ereignisse ab. Die abgearbeiteten

Ereignisse werden vom SCP-Simulator 202 in eine zweite Übergabedatei 204 eingetragen. Diese wird bei laufender Simulation erneut dem Verkehrs-Simulator 201 übergeben, kann aber wie auch die erste Übergabedatei 203 direkt der Auswertung zugeführt werden.

Die Übergabedateien stellen inhaltlich die Ereigniskalender des jeweiligen empfangenden Moduls dar. In den Übergabedateien 203, 204 sind die vom Verkehrs-Simulator 201 bzw. vom SCP-Simulator 202 erzeugten Daten als Datensatz gespeichert, der jeweils mindestens eine Zeitmarke, die die Erzeugungszeit der entsprechenden Nachricht am Verkehrs-Simulator bzw. am SCP-Simulator angibt, und eine Identifikationsnummer, welche die Zuordnung zweier oder mehrerer Nachrichten als zu einem Anruf gehörend erlaubt, enthält. Die Differenz beider Zeitmarken gibt die Bearbeitungszeit einer Nachricht im SCP an. Somit läßt sich mit dem in Figur 2 skizzierten Simulator die Reaktion des SCP auf ein gegebenes Verkehrsaufkommen direkt simulieren. Das Zeichengabesystem Nr. 7 wird dabei nicht berücksichtigt.

Die Simulationsmodule 201, 202 legen weiterhin statistische Daten, z.B. bezüglich der Prozessorauslastung im SCP, der Warteschlangenlänge im SCP oder der Leitungsauslastung vom und zum SSP, in Ausgabedateien 205, 206 ab. Die darin aufgezeichneten Daten stehen ebenfalls zur weiteren Auswertung der Simulationsergebnisse zur Verfügung.

Figur 3 zeigt die Struktur eines erfindungsgemäßen, im Datei-Modus betriebenen Simulators mit den Simulationsmodulen Verkehrssimulator 301, SS7-Simulator 303 und SCP-Simulator 302. Gegenüber dem Simulator aus Figur 2 ist der in Figur 3 dargestellte Simulator lediglich um das Modul SS7-Simulator 303 erweitert. Dies hat zur Folge, daß zwischen den Modulen bei der sequentiellen Abarbeitung der Teilsimulationen nunmehr vier Übergabedateien 304, 305, 306, 307 übergeben werden.

Die Simulation des Intelligenten Netzes beginnt wie im oben beschriebenen Fall mit der Generierung eines IN-spezifischen Verkerhsaufkommens. Der Verkehrs-Simulator 301 liest dazu die Eingabedateien 312 bis 316 ein, welche den Dateien 208 bis 212 aus Figur 2 entsprechen falls vorhanden, wird auch die Übergabedatei 307 eingelesen. Die vom Verkehrs-Simulator 301 generierte Ereignisfolge wird in der ersten Übergabedatei 304 abgespeichert. Dann wird

der SS7-Simulator 303 aufgerufen. Dieser liest zunächst die SS7-Eingabedatei 317 ein, in welcher beispielsweise Daten bezüglich der Konfiguration des SS7-Systems gespeichert sind. Der SS7-Simulator 303 speichert die von ihm bearbeiteten Ereignisfolgen in einer zweiten Übergabedatei 305, welche vom SCP-Simulator 302 bei dessen Aufruf eingelesen wird. Die vom SCP-Simulator 302 bearbeiteten Ereignisfolgen werden dann in einer Übergabedatei 306 eingetragen. Um den Rücklauf der IN-Nachrichten vom SCP zum SSP zu simulieren, wird der SS7-Simulator 303 erneut aktiviert und verarbeitet die in der dritten Übergabedatei 306 gespeicherten Ereignisfolgen, wobei die Ergebnisse in der vierten Übergabedatei 307 abgelegt werden. Bei Bedarf wird nun erneut der Verkehrs-Simulator 301 aktiviert und der Zyklus SS7-Simulator, SCP-Simulator, SS7-Simulator erneut durchlaufen, um Rückkopplungen zwischen den Netzkomponenten zu simulieren. Die Iteration wird so lange durchgeführt, bis die Änderungen der Verkehrsdaten in einer oder mehrerer der Übergabedateien 304 bis 307 (bzw. oben 203, 204) ein für den Benutzer akzeptables Maß unterschritten haben und somit das System einen eingeschwungenen Zustand erreicht hat.

Statistikdaten bezüglich der einzelnen Simulationsmodule 301, 302, 303 werden in Ausgabedateien 309, 308 bzw. 310 geschrieben. Bezüglich der SS7-Simulation sind dies beispielsweise Auslastung der SRP-Prozessoren oder die Anzahl der belegten Verbindungen von SRP zum SCP bzw. zu den SSPs.

Die in den Übergabedateien hinterlegten Daten sind anrufspezifische Datensätze, die jeweils mindestens eine Zeitmarke enthalten. Diese Zeitmarke ergibt sich aus der aktuellen Simulationszeit beim Erzeugen bzw. Abarbeiten der dazugehörigen Nachricht in den entsprechenden Simulationsmodulen. Durch Differenzbildung lassen sich somit die Bearbeitungszeiten in den jeweiligen simulierten Netzkomponenten berechnen.

Figur 4 zeigt die Struktur eines erfindungsgemäßen, im Datei- sowie im Online-Modus betreibbaren Simulators. Der Simulator weist die bereits in Figur 3 dargestellten und beschriebenen Simulationsmodule Verkehrs-Simulator 401, SS7-Simulator 403 und SCP-Simulator 402 auf. Diese kommunizieren wie oben dargestellt, über Übergabedateien 406, 407, 408, 409.

Gegenüber dem Simulator aus Figur 3 enthält der hier dargestellte Simulator zusätzlich ein Modul zur Simulation der Überlastabwehr 404. Dieses reguliert die vom Verkehrs-Simulator 401 generierten bzw. weitergegebenen Ereignisfolgen in Abhängigkeit bestimmter benutzerdefinierter Parameter, gespeichert in Datei 424, sowie von der Belastung der übrigen Simulationsmodule.

Die Simulationsmodule 401, 402, 403, 404 sind durch ein gemeinsames Organisationsprogramm, den Online-Simulator 405, verknüpft. Es ist weiterhin eine Benutzeroberfläche 410 vorhanden, die mit allen Komponenten, also den Simulationsmodulen in direkter uni- oder bidirektionaler Verbindung steht. Außerdem bestehen zwischen Benutzeroberfläche und den Simulationsmodulen indirekte Verbindungen über Dateien 411 bis 414 (Eingabedateien für Verkehrs-Simulator 401), 415 (SS7-Eingabedatei), 416 und 423 (SCP- Ein-/Ausgabedatei), 417 bis 420 (Ausgabedateien des Online-Simulators 405), über welche sowohl die Module konfiguriert als auch ermittelte Systemdaten ausgelesen werden können. Die gestrichelten Pfeile in Figur 4 symbolisieren, wie auch in den Figuren 2 und 3, Dateioperationen, während die durchgezogenen Pfeile eine direkte Kommunikation beschreiben, z.B. durch Verknüpfung über ein gemeinsames Organisationsprogramm. Ein Pfeil beginnt bei derjenigen Komponente, die Parameter oder Nachrichten an einen anderen Simulationsteil übergibt.

Der in Figur 4 dargestellte Simulator erlaubt sowohl den Datei-Betrieb mit sequentiellem Aufrufen der einzelnen Simulationsmodule als auch den Online-Betrieb, bei welchem die Simulationsmodule quasiparallel arbeiten.

Die Benutzeroberfläche steht jeweils mit dem Verkehrs- SS7- und. SCP-Simulator in Verbindung; die jeweilige Simulation wird von der Benutzeroberfläche unter Übergabe der entsprechenden Simulationsparameter gestartet. Im Dateimodus laufen Teilsysteme nach ihrem Aufruf als eigenständige Programme unabhängig von der Oberfläche und ohne Interaktionen ab.

Die bidirektionale Verbindung zwischen Benutzeroberfläche 410 und Online-Simulator 405 erlaubt einerseits den Simulationsstart mit entsprechender Parameterübergabe und andererseits eine Rückgabe von "Meßdaten" zur grafischen Ausgabe während der Laufzeit (Online-Modus). Weiterhin ist es

dem Benutzer möglich, den Simulationsablauf vorübergehend zu unterbrechen oder vorzeitig zu beenden.

Die Simulationsmodule 401, 402, 403 und 404 sind programmiertechnisch in den Online-Simulator 405 integriert, der den quasiparallelen Ablauf der Teilsimulationen durch das Versenden und Empfangen von Nachrichten, die im globalen Ereigniskalender verwaltet werden, steuert. Im Online-Betrieb finden somit sämtliche Kommunikationsvorgänge zwischen den Modulen Verkehrs-Simulator 401, SS7-Simulator 403 und SCP-Simulator 402 über den Online-Simulator 405 statt. Die Übergabedateien 406 bis 409 werden im Online-Betrieb nicht direkt verwendet. Indirekt finden sie sich jedoch in den lokalen Ereigniskalendern wieder.

Der Online-Simulator 405 veranlaßt die Eintragung von vorbestimmbaren Protokollgrößen, z.B. die oben beschriebenen Zeitmarken t1 bis t4, die SCP-Auslastung, Daten zur Netzauslastung oder die Anzahl der belegten Leitungen, in Protokolldateien 417, 418, 419, 420. Die dort gespeicherten Daten sind in bekannter Weise an der Benutzeroberfläche ausgebbar und visualisierbar.

Da die Überlastabwehr den in das IN gelangenden Verkehr durch Rückkopplungen reguliert, ist eine Simulation von Überlastabwehrmechanismen in den meisten Fällen nur im Online-Modus sinnvoll durchzuführen. Das Überlastabwehrmodul 404 weist daher beim in Figur 4 dargestellten Simulator keine direkte Verbindung zum SCP-Simulator 402 auf, anhand dessen Belastung der Überlastabwehr-Simulator 404 die Zahl der vom Verkehrs-Simulator 401 generierten Ereignisse reguliert. Eine Verbindung zwischen SCP-Simulator 402 und Überlastabwehr-Simulator 404 besteht lediglich im Online-Modus indirekt über dem Online-Simulator 405.

Figur 5 zeigt den prinzipiellen Ablauf einer IN-Simulation aus dem Blickwinkel des Benutzers. Die Simulationsmodule selbst sind dabei nicht dargestellt, sondern werden im Rahmen der Blackbox 501 abgearbeitet. Dabei kann der Überlastabwehr-Simulator 502 und/oder der SS7-Simulator 503 jeweils ein- oder ausgeschaltet werden, in der Figur 5 durch Schalter symbolisiert. Weiterhin kann der Benutzer zwischen Datei- und Online-Modus wählen, ebenfalls symbolisiert durch einen Schalter.

Neben diesen, die Struktur des Simulators betreffenden Einstellungen, hat der Benutzer nach dem Start des Simulators die Möglichkeit, die tatsächlichen Simulationsparameter, also die zu simulierende Netzkonfiguration, das Verkehrsaufkommen etc. zu definieren. Bei einem Urstart werden sämtliche Eingabedateien von den Simulationsmodulen neu eingelesen. Darüber hinaus ist jedoch eine gezielte Veränderung einzelnen Parameter zur Generierung einer neuen Simulation oder auch ein erneutes Durchlaufen einer alten Simulation möglich. Der Simulator 501 ermittelt dann aufgrund der zuvor bestimmten oder aufgerufenen Simulationsparameter die vorbestimmten Ausgangsdaten, z.B. Verkehr, CPU-Auslastung, Warteschlangenlänge als Funktion der Simulationszeit, und schreibt diese in Dateien. Die Daten können nun auf dem Bildschirm dargestellt werden oder, auf Datenträgern abgespeichert, einer weiteren Verarbeitung zugeführt werden.

Figur 6 zeigt ein Beispiel für Konfigurationsparameter des Verkehrs-Simulators sowie beispielhaft numerische Werte für diese. Die in der Tabelle der Figur 6 dargestellten Parameter lassen sich untergliedern in dienstespezifische Parameter, die für sämtliche zu simulierenden Dienste separat einstellbar sind, Televotum-Parameter, die sich auf den Dienst Televotum beziehen, sowie allgemeine Parameter, die für sämtliche Dienste, also für alle vom Verkehrs-Generator erzeugten Anrufe, gültig sind. Die dienstespezifischen Parameter sind für folgende IN-Dienste einstellbar: Freephone (FPH), Tele-Info-Service (TIS), Universelle Rufnummer (UNU), den In-Dienst FPHL und Televotum (TVS). Für den Dienst Televotum sind nicht alle der für die übrigen Dienste einstellbaren Parameters sinnvoll; diese sind daher in der entsprechenden Spalte mit einem X markiert. Weiterhin kann auch Telefonnormalverkehr (NVK) berücksichtigt werden, da auch nicht IN-spezifische Anrufe bei bestimmten Netzkonfigurationen den SSP belasten und damit zur Auslastung des IN beitragen können. Für den NVK ist lediglich die Angabe des ersten dienstespezifischen Parameters, mittlere Gesprächsdauer, sinnvoll, da die übrigen Parameter die IN-Funktionen wie Schalten eines Anrufes auf eine Ansage, oder Umlenken eines Anrufes betreffen.

Die dienstespezifischen Parameter sind die mittlere Gesrpächsdauer, mittlere Ansagendauer, maximale Ansagendauer, der Anzahl der Ansageplätze, wie Ansage und Umlenkwahrscheinlichkeit, sowie für die Wahrscheinlichkeit der

Umlenkung durch "Teilnehmer besetzt". Diese Parameter werden benötigt, um zu jedem Simulationszeitpunkt die Wahrscheinlichkeit für die Generierung eines Folgeereignisses zu bestimmen, also die Wahrscheinlichkeit für die Generierung eines Ereignisses EVENT oder EVENT(CALL END).

Die Televotum-Parameter sind für jeden Televotum-Dienstteilnehmer TV1, TV2 usw. separat angebbar. In dem hier gezeigten Beispiel sind lediglich zwei Dienstteilnehmer aktiv. Die einstellbaren Parameter sind: Zielwert SSP1 bzw. SSP2, Anzahl Zielwerte bis Verbindung, Startzeit, Endzeit, sowie Endzeit für Folgeanrufe. Der Parameter "Zielwert" gibt dabei die Anzahl der Televotum-Anrufe an, die beim angegebenen SSP eingehen müssen, damit eine Nachricht zum SCP generiert wird. Ist dieser Parameter auf den Wert 1 gesetzt, so handelt es sich um die Option Televotum ohne Vorzählen, ist der Wert größer als 1, so handelt es sich um Televotum mit Vorzählen im SSP. Der folgende Parameter "Anzahl Zielwerte bis Verbindung" gibt an, ob und beim wievielten Anruf eine Verbindung zum Dienstteilnehmer aufgebaut wird. Da der Dienst Televotum in der Regel in engen zeitlichen Grenzen angeboten wird, sind zu dem die Angaben der Start- bzw. Endzeit des Dienstes vorgesehen. Der Parameter "Endzeit für Folgeanrufe" gibt an, bis zu welchem Zeitpunkt verspätet eingehende TV-Anrufe noch auf eine informative, ggf. diensteteilnehmerspezifische Ansage gelenkt werden. Die Televotum-Parameter geben an, unter welchen Voraussetzungen ein vom Verkehrs-Generator zunächst generierter TV-Anruf ein IN-Erstereignis hervorruft.

Weiterhin sind folgende allgemeine Konfigurationsparameter einstellbar: Der Parameter "Zeit bis Timeout" gibt an, nach welcher Zeit nach Senden einer IN-Nachricht an den SCP und ohne Erhalt einer Antwort vom SCP ein Anruf durch den SSP abgewiesen wird. Der Parameter "Zeitverzug für Umlenkung" gibt die Verzögerung bei einem Anruf-Rerouting an. Die Parameter "mittlere und maximale Ansagendauer "TV nicht aktiv"" sowie "Anzahl Ansageplätze" für diese Ansage geben an, wie ein außerhalb der Zeiten, in denen der Dienst Televotum aktiv ist, ankommender TV-Anruf behandelt wird. Die Parameter "Anzahl Leitungen von bzw. zu den SSPs" betreffen die Konfiguration des Netzes im Bereich zwischen Vermittlungsstelle und SSP. Weiterhin ist die Anzahl der Leitungen für den Dienst Freephone vorgebbar. Der Parameter "mittlere Wartezeit des A-Teilnehmers" gibt an, nach welchem mittleren Zeitintervall der anrufende

Teilnehmer auflegt, wenn bis dahin noch kein Verbindungsaufbau erfolgt ist. Die folgenden zwei Parameter geben an, mit welcher Wahrscheinlichkeit bei nicht erfolgreichem Verbindungsaufbau ein Folgeanruf folgt sowie mit welcher maximalen Anzahl Folgeanrufe generiert werden.

Um ein IN-spezifisches kombiniertes Verkehrsaufkommen zu generieren, sind neben den oben dargestellten Parametern, die hauptsächlich die Generierung von IN-Folgeereignissen (EVENT) betreffen, weitere Parameter nötig, die die Randbedingungen für die Generierung von entsprechenden IN-Erstereignissen (PROVIDE INSTRUCTION) festlegen. Es ist daher die Eingabe des mittleren Verkehrsaufkommens in Anzahl der Anrufe pro Zeiteinheit vorgesehen. Das mittlere Verkehrsaufkommen ändert sich zu beliebigen benutzerdefinierbaren Zeitpunkten und bleibt dazwischen konstant. Damit können beliebig geformte zeitliche Belastungskurven erzeugt werden, insbesondere auch solche Spitzen, wie sie bei sinngemäßer Dienstzuordnung für den Diensttelevotum typisch sind. Das mittlere Verkehrsaufkommen wird für jeden IN-Dienst (FPH, TIS, UNU, FPHL, TV1, ..., TVn) und den regulären Telefonverkehr (NVK) eingegeben. Falls mehrere SSPs vorhanden sind, wird das Verkehrsaufkommen dienstespezifisch für jeden SSP separat eingegeben. Die Anzahl der SSP ist damit auch ein Parameter, welcher im Rahmen der Verkehrs-Simulation einstellbar ist.

Beim Verkehrsaufkommen wird von einem stufenförmigen zeitlichen Verlauf ausgegangen, wobei jede Stufe bzw. jedes Zeitintervall vorzugsweise die gleiche zeitliche Länge hat. Die Anzahl der Intervalle sowie die Intervallänge ist dabei vorgebbar.

Nach den Regeln der Verkehrstheorie wird aufgrund der obenstehenden Angaben für jeden Simulationszeitpunkt bzw. für jedes Simulationszeitintervall die Wahrscheinlichkeit ermittelt, daß ein Anruf mit einer speziellen Dienste- bzw. Diensteteilnehmerkennung an einem SSP ankommt. Die Länge der Simulationszeitintervalle liegt dabei vorzugsweise wesentlich unterhalb der Länge der Intervalle, für die ein mittleres Verkehrsaufkommen von Benutzer vorgegeben wurde. Die Länge der Simulationsintervalle liegt vorzugsweise im Bereich Nanosekunden, während sich das Verkehrsaufkommen auf der Zeitskala von Sekunden, z.B. 10-100 s, ändert. Die Länge des Simulationszeitintervalls ist vorzugsweise so zu

wählen, daß maximal ein Anruf pro Intervall erzeugt wird und sich somit sämtliche erzeugte Anrufe in chronologischer Folge auflisten lassen.

Die jeweilige momentane Wahrscheinlichkeit wird unter Annahme einer gegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilung sowie der vorgegebenen momentanen Durchschnitts-Verkehrsmenge für den behandelten Dienst, Diensteteilnehmer bzw. SSP berechnet. Die verwendete Wahrscheinlichkeitsverteilung ist vorzugsweise eine Poisson-Verteilung, da diese das statistische Eintreffen voneinander unabhängiger Ereignisse beschreibt und somit die statistischen Fluktuationen des Telefonverkehrs am besten wiedergibt. Für jeden Dienst, Diensteteilnehmer und/oder SSP wird somit eine zeitliche Folge von Ereignissen erzeugt, wobei die Anzahl der Anrufe pro Zeiteinheit statistisch um den zuvor vorgegebenen momentanen Mittelwert schwankt. Bei den Diensten FPH, TIS, UNU, FPHL sowie Televotum ohne Vorzählung wird potentiell jeder generierte Anruf zu einem IN-spezifischen Ereignis, welches zur Auslastung des Intelligenten Netzes beiträgt, und daher zur Simulation der Performance des IN, insbesondere des SCP, relevant ist.

Die so generierten Erstereignisse, den IN-Nachrichten PROVIDE INSTRUCTION entsprechend, werden mit ihrer Erzeugungszeit t1 in chronologischer Folge in die erste Übergabedatei in den globalen Ereigniskalender bzw. im Datei-Modus eingetragen. Televotum-Anrufe führen bei aktivierter Vorzählung nur bei jedem n-ten Anruf zu einem IN-Erstereignis (PROVIDE INSTRUCTION). Dieses wird ebenfalls mit der Erzeugungszeit t1 in den globalen Ereigniskalender bzw. in die Übergabedatei aufgenommen. Die übrigen Anrufe sowie Anrufe des regulären Telefonverkehrs belasten lediglich den SSP, führen aber nicht zur Erzeugung von IN-Ereignissen.

Weiterhin erzeugt der Verkehrs-Generator einem IN-Anruf bzw. Erstereignis zugeordnete Folgeereignisse unter Berücksichtigung der in der Konfigurationsdatei eingegebenen Wahrscheinlichkeiten, die das weitere Schicksal eines IN-Ereignisses betreffen. Kommt z.B. die IN-Verbindung zu einem realen Teilnehmer bzw. die Schaltung auf einen Ansageplatz aufgrund der Verbindungsbehandlungsinformationen (CREATE-JOIN) vom SCP in der Simulation ordnungsgemäß zustande, so wird das Gespräch nach der angegebenen mittleren Gesprächs- bzw. Ansagendauer beendet, indem der

Verkehrsgenerator das Folgeereignis EVENT(CALL END) erzeugt und in die Übergabedatei bzw. in den globalen Ereigniskalender einträgt. Kommt die IN-Verbindung mit dem vom SCP mitgeteilten realen Teilnehmer in der Simulation nicht zustande, was vom Verkehrs-Generator unter Berücksichtigung der dafür angegebenen Wahrscheinlichkeiten ermittelt wird, erzeugt der Verkehrs-Generator als Folgeereignis die IN-Nachricht EVENT, mit welcher beispielsweise eine Rerouting-Information vom SCP angefordert wird. Auf diese Weise ist der Verkehrsgenerator imstande, IN-typische Ereignisfolgen zu erzeugen, die realen Verkehrsaufkommen im IN weitgehend entsprechen.

Zu jedem IN-Ereignis werden folgende Parameter gespeichert:
Die Identifikationsnummer des Anrufs, der Zeitpunkt t1, zu dem die Nachricht vom SSP gesendet wird, die Identifikationsnummer der Nachricht, z.B. 1 für PROVIDE INSTRUCTION, 2 für EVENT, 3 für EVENT(CALL END), die Identifikationsnummer des Dienstes, z.B. 3 für TIS, 5 für UNU, 6 für FPH, 10+j (J=0, ..., 89) für den j-ten Dienstteilnehmer des Dienstes TV sowie eine Identifikationsnummer des SSP.

Weiterhin wird zur Berücksichtigung der Global Title Translation im IN in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung auch eine Kennziffer zum Global Title (GT) als Routing-Kriterium generiert und als Parameter des IN-Ereignisses gespeichert. Die GT-Klasse wird ebenfalls über eine vorgegebene Wahrscheinlichkeitsverteilung generiert. Im STP/SRP-Simulator werden dann vorzugsweise GT-spezifische Prozeßketten angestoßen, welche die Routingfunktionalitäten der STP/SRP-Ebene, also beispielsweise die Vermittlung des Rufs an das Netz eines anderen Netzanbieters, simulieren.

Weiterhin ist die Zuordnung der vom Verkehrssimulator generierten Ereignisse zu Nutz- und Lastklassen vorteilhaft. Anrufbezogene IN-Ereignisse sind einer Nutzklasse zugeordnet, während beispielsweise Management-Verkehr zwischen den IN-Ebenen durch Ereignisse einer Lastklasse simuliert werden kann. Zu jedem vom Verkehrssimulator generierten Ereignis wird eine entsprechende Klassenkennziffer erzeugt und gespeichert, die von den übrigen Simulationsmodulen erkannt wird und ggf. die Weiterverarbeitung des Ereignisses mitbestimmt.

Im Online-Modus werden die Folgeereignisse vom Verkehrsgenerator während des Simulationsbetriebs mit den gegebenen Wahrscheinlichkeiten erzeugt, nachdem das dazugehörige Erstereignis die Simulations-Module SCP-Simulator sowie ggf. SS7-Simulator durchlaufen hat, nachdem also ein der SCP-Nachricht CREATE-JOIN entsprechendes Ereignis vom SCP-Simulator erzeugt und, ggf. nach Durchlaufen des SS7-Simulators beim Verkehrssimulator zur Abarbeitung anliegt. Im Online-Betrieb werden somit Rückkopplungen zwischen den Simulationsmodulen automatisch bei der Generierung IN-spezifischer Ereignisfolgen durch den Verkehrs-Simulator berücksichtigt.

Im Dateimodus können derartige Rückkopplungen wegen des sequentiellen Aufrufs der Simulationsmodule nur durch Iteration erreicht werden. Beim ersten Aufruf des Verkehrs-Simulators werden daher die Erstereignisse in oben beschriebener Weise generiert, und für die Folgeereignisse wird zunächst eine vorgegebene, beispielsweise zeitlich konstante SCP-Antwortzeit angenommen. Diese Antwortzeit wird beim erneuten Aufruf des Verkehrs-Simulators durch die Antwortzeiten korrigiert, die sich aus der vom SCP-Simulator bzw. SS7-Simulator an den Verkehrs-Simulator übergebenen Übergabedatei ergeben. Bei mehrmaligem Durchlaufen des Simulators ergibt sich ein eingeschwungener Zustand, bei dem auch Wechselwirkungen zwischen den Modulen weitestgehend berücksichtigt sind.

Im Online-Betrieb erfolgt die Generierung der IN-spezifischen Erstereignisse während des Ablaufs der Gesamtsimulation, also zu jedem Simulationszeitpunkt, z.B. in ns-Abständen. Dadurch kann auch ein Eingreifen der Überlastabwehr bei momentaner Überlast der übrigen Simulationsmodule simuliert werden und ein Anruf vor der Erzeugung bzw. Weitergabe eines entsprechenden IN-Ereignisses abgewiesen werden.

Eine Folge der am SSP bzw. an den SSPs ankommenden Anrufe, die in der Regel ein IN-Ereignis nach sich ziehen, kann jedoch vor Simulationsbeginn nach den oben geschilderten verkehrstheoretischen Verfahren erzeugt und während der Simulation abgearbeitet werden, d.h. als IN-Ereignis weitergegeben oder aufgrund der Überlastabwehr fallengelassen werden.

Aus dem generierten Verkehrsaufkommen kann für jeden Simulationszeitpunkt die Auslastung der Zeichenkanäle im Intelligenten Netz

ermittelt werden. Aufgrund der benutzerdefinierten Wahrscheinlichkeiten zum weiteren Schicksal des Anrufs (z.B. Gespräch oder Ansage bestimmter mittlerer Dauer) kann auch die Anzahl der belegten Sprechverbindungen zu und von den SSPs und/oder die Anzahl der belegten Abnehmerleitungen für Teilnehmer am Dienst Freephone als Funktion der Zeit protokolliert und ausgegeben werden. Weiterhin ist als Funktion der Simulationszeit ausgebbar, wieviele Anrufe in verschiedenen Stadien abgewiesen wurden, z.B. unmittelbar nach Erzeugung durch Überlastabwehr, nach Ablauf des Timeouts bei Nichtreaktion des SCP oder wegen Belegung sämtlicher Ansageplätze.

Figur 7 zeigt den prinzipiellen Simulationsablauf im Dateimodus. Nach dem Start des Simulators werden die Eingabedateien der einzelnen Simulationsmodule eingelesen. Der Verkehrs-Simulator stellt fest, ob bereits eine Datei mit Nachrichten vom SCP vorhanden ist (Übergabedatei 204 aus Figur 2 bzw. 307 aus Figur 3). Falls ja, werden diese Daten bezüglich der SCP-Antwortzeiten analysiert und bei der Generierung der Ereignisfolgen durch den Verkehrs-Simulator berücksichtigt. Falls nein, wird ohne Analyse zum nächsten Schritt übergegangen und für die SCP-Antwortzeiten ein Default-Wert verwendet. Die Initialisierung der Zähler beinhaltet das Setzen einer internen Simulationsuhr auf den Zeitpunkt Null und das Initialisieren der Zustandsvariablen und statistischen Zähler mit Anfangswerten.

Im folgenden Schritt wird ein Startereignis generiert, also eine erste Nachricht PROVIDE INSTRUCTION, und in den Ereigniskalender eingetragen. Der Ereigniskalender enthält während der Simulation alle noch abzuarbeitenden Ereignisse, geordnet nach ihrem Startzeitpunkt.

Nach der Initialisierung beginnt innerhalb einer Schleife die eigentliche Simulation. Es folgt zunächst die Abfrage der Abbruchbedingung, wobei die Simulation dann abgebrochen wird, wenn die aktuelle Simulationszeit t größer als eine vorgegebene Simulationsdauer ist. Innerhalb der Schleife wird zunächst das nächste Ereignis aus dem Kalender ausgetragen und die Simulationsuhr auf den Zeitpunkt des folgenden Ereignisses weitergeschaltet. Beim Start der Simulation ist dieses nächste Ereignis das nach der Simulation erzeugte erste Ereignis. Der Ereignistyp des abzuarbeitenden Ereignisses wird bestimmt und darauffolgend die dazugehörige Ereignisroutine abgearbeitet.

In diesem Beispiel sind neun verschiedene Ereignistypen vorgesehen. Von links nach rechts sind dies das Eintreffen eines neuen Anrufs (NEWCALL), das Eintreffen eines wiederholten Anrufsversuchs (FOCALL, der Erhalt der Nachricht CREATE-JOIN vom SCP (CONNECTSSPCON), Verbindungsaufbau zum B-Teilnehmer (CONNECT B), Anrufumleitung (REROUT), der Erhalt der Nachricht CREATE-JOIN vom SCP bei Anrufumleitung (REROUTCON), Gesprächsende (TALKEND), Ende einer Ansage (TAPEND) sowie die Abweisung eines Anrufs (REJECT).

Bei dem ersten im Kalender eingetragenen Ereignis handelt es sich in der Regel um einen neuen Anruf (NEWCALL). Die dem zugeordnete Ereignisroutine veranlaßt den Verkehrs-Generator zur Generierung des nächsten Anrufs sowie zur Simulation des Verbindungsaufbaus zum SSP. Die Ereignisroutine NEWCALL simuliert das Senden einer IN-Nachricht PROVIDE INSTRUCTION vom SSP an den SCP durch Generierung eines entsprechenden Ereignisses und Eintragung in den Ereigniskalender bzw. in die Übergabedatei.

Der SCP sendet daraufhin die Nachricht CREATE-JOIN an den SSP; in der Simulation wird daher der Erhalt des CREATE-JOIN vom SCP als Ereignis zum Zeitpunkt aktuelle Simulationszeit plus SCP-Antwortzeit in den Ereigniskalender eingetragen. Damit ist die erste Ereignisroutine beendet, die Simulationsuhr wird zum nächsten Ereigniszeitpunkt vorgestellt, dieses Ereignis aus dem Kalender gelesen und bearbeitet, falls nicht die Simulationszeit schon abgelaufen ist. Die Zeitdauer zwischen zwei Ereignissen wird übersprungen.

Angenommen, das nächste Ereignis ist der Erhalt der Nachricht CREATE-JOIN vom SCP. Dann wird die Fortsetzung des Verbindungsaufbaus vom SSP mit der Ereignisroutine (CONNECTSSPCON) simuliert. Dabei wird beispielsweise mit den oben geschilderten Wahrscheinlichkeiten ermittelt, ob ein Verbindungsaufbau zum B-Teilnehmer gelingt (Folgeereignis CONNECTB), wobei der B-Teilnehmer ein realer Teilnehmer oder eine Ansage sein kann, oder ob ein Ruf nach zuvor erfolglos versuchter Weitervermittlung umgeleitet werden muß´(Folgeereignisse (CONNECTB oder REROUT). Beim Aufruf des Ereignisses CONNECTB wird die Verbindung zum B-Teilnehmer aufgebaut. Die Folgeereignisse sind Talk-End

bzw. Tape-End, deren Zeitpunkte sich aus dem mittleren Anruf bzw. Ansagendauer sowie der aktuellen Simulationszeit ergeben. Mißlingt der Verbindungsaufbau, wird mit gewisser Wahrscheinlichkeit ein Folgeanruf erzeugt und das Ereignis FOCALL in den Ereigniskalender eingetragen. Der wiederholte Anrufversuch wird im folgenden wie ein erster Anrufsversuch behandelt.

Die Schleife Aufruf eines Ereignisses aus dem Ereigniskalender, Durchlaufen der entsprechenden Ereignisroutine, ggf. Erzeugen eines Folgeereignisses und Eintragung desselben in den Ereigniskalender, Setzen der Simulationszeit auf den Zeitpunkt des nächsten, im Ereigniskalender eingetragenen Ereignisses, sowie Aufruf desselben wird solange durchlaufen, bis die zuvor eingestellte Simulationszeit errreicht ist, bzw. bis ein Ereignis auftritt, welches das Ende der Simulation kennzeichnet. Nach Simulationsende stehen die im Ereigniskalender oder in Protokolldateien eingetragenen, vom Simulator erzeugten und abgearbeiteten Daten zur Auswertung der Performance des Intelligenten Netzes bzw. einzelner Komponenten zur Verfügung.

Figur 8 zeigt den prinzipiellen Simulationsablauf im Online-Modus. Zunächst wird die Konfiguration vom Benutzer bestimmt, wobei die entsprechenden Konfigurationsdateien von den Simulationsmodulen eingelesen werden. Im in Figur 8 gezeigten Beispiel sind der Verkehrs-, SS7-, SCP-, sowie Überlastabwehr- (ACG- Simulator) aktiv und werden durch das gemeinsame Organisationsprogramm, den Online-Simulator, verwaltet. Wie in den Ausführungen zu Figur 7 beschrieben, wird zunächst durch den Verkehrs-Simulator ein Startereignis erzeugt. Die globale Simulationsuhr wird auf t=0 gesetzt. Innerhalb einer Schleife werden nun wie beim in Figur 7 dargestellten Simulationsablauf die in den globalen Ereigniskalender eingetragenen Ereignisse in chronologischer Reihenfolge aufgerufen, die dazugehörenden Ereignisroutinen abgearbeitet und gegebenenfalls erzeugte Folgeereignisse in den globalen Kalender eingetragen. Jeweils nach Beendigung einer Ereignisroutine wird die Simulationszeit auf den Zeitpunkt des nächsten Ereignisses vorgestellt und dieses bearbeitet. Als Abbruchbedingung für die Schleife dient wiederum eine vorbestimmte maximale Simulationszeit, die bei jedem Schleifendurchlauf mit der aktuellen Simulationszeit verglichen wird. Wenn das Simulationsende erreicht ist, werden die Teilsimulationen durch Freigabe des dynamischen Speichers beendet. Ist das Simulationsende nicht erreicht, wird der

Gemeinschaftsspeicher, auf den die Benutzeroberfläche während der Simulation zugreift, aktualisiert, so daß die aktuellen Systemdaten dem Benutzer unmittelbar angezeigt werden können. Weiterhin werden die Systemdaten für die Überlastabwehr- Simulation aktualisiert. Schließlich werden in konstanten Zeitabständen die ermittelten Meßdaten, also SCP-Auslastung, Warteschlangenlänge usw., protokolliert und in die entsprechenden Protokolldateien eingetragen und/oder dem Benutzer visualisiert. Anschließend folgt die Abarbeitung des nächsten im Kalender vorhandenen Ereignisses.

Bei dem hier dargestellten Beispiel werden insgesamt 13 globale Ereignistypen unterschieden, die sich in zwei Gruppen unterteilen lassen:

Interne Ereignisse: Bei den internen Ereignissen handelt es sich um Routinen, die den Zustand nur eines einzelnen Simulationsmoduls beeinflussen. Jedes Simulationsmodul ist dabei ein eigenständiges ereignisorientiertes Programm mit einer Vielzahl von Ereignissen und einem eigenen lokalen Kalender zu deren Verwaltung. Aus der Sicht der Ablaufsteuerung des Gesamtsimulators existieren in diesem Beispiel drei globale interne Ereignisse TRAFIC INTERN, SS7 INTERN und SCP INTERN, die jeweils Verweise auf die lokalen Ereignisskalender darstellen.

Figur 9 zeigt dazu schematisch die Abarbeitung eines solchen internen Ereignisses aus der Sicht der Online-Simulation. Beim Aufruf der jeweiligen Teilkomponente wird in Abhängigkeit vom internen Programmablauf das nächste interne und gegebenenfalls das nächste externe Ereignis erzeugt und in den lokalen Kalender des Simulationsmoduls eingetragen. Zusätzlich werden alle benötigten Parameter des Ereignisses an die Ablaufsteuerung übergeben, um in den globalen Kalender der Gesamtsimulation einsortiert zu werden.

Die übrigen Ereignisse des in Figur 8 dargestellten Simulationsablaufs sind externe Ereignisse, die zur Kommunikation zwischen den Simulationsmodulen dienen. Sie entsprechen den in einem realen intelligenten Netz von einer Komponente zu einer anderen gesendeten Nachrichten, z.B. PROVIDE INSTRUCTION, CREATE-JOIN, EVENT. Die hier auftretenden externen Ereignisse sind: PROINST TO SS7, EVENT TO SS7 und SSP CALLEND TO SS7, die den Nachrichten PROVIDE

INSTRUCTION, EVENT bzw. EVENT(CALL END) des SSP an den SCP entsprechen. Die genannten internen Ereignisse werden vom Verkehrs-Simulator erzeugt (Routine: TRAFFIC INTERN) und finden ihre Entsprechung im Datei- Modus in den Ereignissen, die in der ersten Übergabedatei 304 (Figur 3) eingetragen sind.

Die externen Ereignisse PROVINST TO SCP, EVENT TO SCP und CALL END TO SCP stehen für die Nachrichten PROVIDE INSTRUCTION, EVENT bzw. EVENT(CALL END), die vom SS7-Systems bzw. vom SRP/STP an den SCP übergeben werden. Diese Ereignisse entprechen damit den in der zweiten Übergabedatei 305 (Figur 3) eingetragenen Ereignissen.

Die Antwort des SCP besteht in den Ereignissen SCP CALL END TO SS7 sowie CREATE-JOIN TO SS7. Ersteres Ereignis bestätigt die Verbindungsauslösung, das zweite simuliert die Übermittlung von Verbindungsaufbauinformationen. Diese Ereignisse entsprechen den in der dritten Übergabedatei 306 eingetragenen Ereignissen. Sie werden vom SCP-Simulator erzeugt und richten sich an den SS7-Simulator. Die externen Ereignisse CALL END TO SSP sowie CREATE-JOIN TO SSP werden vom SS7-Simulator erzeugt und stehen für die Weitervermittlung einer Nachricht vom SCP an einen SSP durch das SS7- System. Die entsprechenden Ereignisse werden im Datei-Modus in der vierten Übergabedatei 307 gespeichert.

Die Nachricht CALL END TO SSP wird nur im Falle eines inaktiven SS7 benötigt.

Die Abarbeitung eines externen Ereignisses innerhalb der Ablaufsteuerung besteht in der Eingabe der entsprechenden Nachricht in eine der Simulationskomponenten. Dabei ist es möglich, daß die Komponente durch die Nachricht zur Erzeugung eines neuen internen Ereignisses veranlaßt wird, welches dann an die Online-Simulation weiter- gegeben und in den globalen Kalender eingetragen wird. Nach Abarbeitung einer Ereignisroutine wird das nächste Ereignis aus dem globalen Kalender ausgetragen und die Simulationsuhr aktualisiert, d.h. auf den Startzeitpunkt dieses Folgeereignisses gesetzt.

Bei Abarbeitung des internen Ereignisses TRAFFIC INTERN wird der Verkehrssimulator aufgerufen und erzeugt einen neuen Ruf. Aufgrund der aktuellen Belastung der übrigen Simulationsmodule wird entschieden, ob dieser neue Ruf durch die Überlastabwehr (ACG) abgewiesen wird. Falls der Anruf durch die Überlastabwehr abgewiesen wurde, wird diese Tatsache protokolliert, und die Ereignisroutine ist beendet. Falls der neue Ruf nicht abgewiesen wurde, wird er in die Simulation aufgenommen, d.h. das entsprechende Ereignis PROVINST TO SS7 in den globalen Ereigniskalender eingetragen. In eine Protokolldatei wird für den generierten Anruf ein neues Element eingefügt, wobei folgende Daten gespeichert werden: Die Identifikationsnummer des jeweiligen Rufes, welche bei seiner Generierung vom Verkehrssimulator erzeugt wird, die Dienste-Identifikationsnummern des Rufes, die Nummer des SSP an dem der Ruf ankommt, die Nachrichtenidentifikationsnummer, d.h. ob die Nachricht PROVIDE INSTRUCTION oder EVENT vorliegt, sowie der Zeitpunkt t1, zu dem für den aktuellen Ruf die entsprechende Nachricht PROVIDE INSTRUCTION oder EVENT generiert wurde. Im Laufe der Simulation wird diese Protokollzeile durch weitere Zeitmarken ergänzt, und zwar nach Abarbeiten der Routine PROVINST TO SCP oder EVENT TO SCP durch den SS7-Simulator (Zeitmarke t2), nach Abarbeiten der Routine CREATE-JOIN SS7 durch den SCP-Simulator (Zeitmarke t3) sowie nach Abarbeiten der Routine CREATE-JOIN TO SSP durch den SS7- Simulator (Zeitmarke t4).

Nachrichten vom Typ CALL END werden bei der Protokollierung nicht berücksichtigt, weil die durch sie verursachten Verzögerungszeiten nicht zur Wartezeit eines IN-Anrufers beitragen und daher die Aussage über die Antwortzeiten verfälschen würden. Bei einer veränderten Fragestellung kann hingegen auch die Protokollierung entsprechender Zeitmarken sinnvoll sein.

Die zweite und dritte Zeitkomponente enthält nur dann gültige Werte, wenn der SS7-Simulator während der Simulation aktiv war.

Da ein vollständiger Datensatz zu einem einzelnen Ruf erst zu dem Zeitpunkt vorliegt, zu dem die Nachricht CREATE-JOIN am SSP angekommen ist, müssen die Daten zunächst zwischengespeichert werden. Bei der Generierung eines Anrufes wird ein neuer Datensatz angelegt, der während des weiteren Programmablaufs um die noch fehlende Zeitkomponenten ergänzt wird. Durch

die Bildung von Differenzen zwischen den einzelnen, zu einem Anruf gehörenden Zeitmarken können folgende Antwortzeiten ermittelt werden:
t2 - t1: Verzögerung einer Nachricht im SS7 auf dem Weg zum SCP;
t3 - t2: Verzögerung einer Nachricht im SCP;
t4 - t3: Verzögerung einer Nachricht im SS7 auf dem Weg zum SCP;
t4 - t1: Gesamte Verzögerung einer Nachricht im IN.

Die Netzauslastung wird während des Simulationsablaufes in konstanten Zeitintervallen gespeichert. Es werden keine rufspezifischen Informationen, sondern globale statistische Netzdaten gespeichert. Dabei werden vorzugsweise folgende Größen protokolliert: Die Zeit der aktuellen Messung, die Anzahl der in das IN gelangenden Anrufe pro Sekunde, der Anteil der Nachrichten, die sich zur Zeit in Bearbeitung im SS7 auf dem Weg zum SCP befinden, die Anzahl der Nachrichten im SCP sowie die Anzahl der Nachrichten im SS7 auf dem Weg zum SSP.

Innerhalb des SCP- Simulators werden für jeden Prozessor die Auslastung, die Warteschlangenlänge und die Anzahl der bearbeiteten Nachrichten (Dispatches) ermittelt und in einer Protokolldatei gepeichert. Der Online-Simulator greift auf diese Daten zu und schreibt die über alle CPUs ermittelten Werte in eine Datei. Die Daten können während der Online-Simulation durch die Benutzeroberfläche dargestellt werden.

Schließlich werden anhand der Verkehrsdaten die Anzahl der belegten Leitungen von bzw. zu den SSPs ermittelt und als Funktion der Simulationszeit protokolliert.

Figur 8.a zeigt zur Ergänzung von Figur 8 den Zusammenhang zwischen den verwendeten Ereignissen. Der Simulator aus Figur 8 wurde um ein separates Modul zur Simulation des SRP ergänzt, das auch Teil des SS7-Simulators sein kann, weshalb hier auch Ereignisse vom Typ SRP_INTERN auftreten. Die vier internen Ereignisse TRAFFIC_INTERN, SS7_INTERN, SRP_INTERN und SCP_INTERN veranlassn den Aufruf eines Simulationsmoduls zwecks Bearbeitung eines Ereignisses. Alle weiteren externen Ereignisse dienen dem Übergang von einem Simulationsmodul zum nächsten. Das Startereignis bei der Gesamtsimulation ist immer ein Ereignis TRAFFIC_INTERN, da der Verkehrssimulator die Quelle der IN-Anrufe ist.

Jedes Simulationsmodul kann nach der Abarbeitung eines internen Ereignisses ein Folgeereignis zur Bearbeitung durch dasselbe Simulationsmodul generieren. Gleichzeitig kann eines der durch einen abgehenden Pfeil gekennzeichneten externen Ereignisse erzeugt werden. Diese Information erhält der Online-Simulator vom jeweiligen Simulationsmodul.

Der Aufruf eines externen Ereignisses entspricht dem Senden einer Nachricht zu dem jeweiligen anderem Knoten des IN. Beim Senden einer Nachricht unterscheidet macn drei Nachrichten. Diese finden sich in jeweils drei verschiedenen Übergängen vom Verkehrsgenerator bis zum SCP-Simulator wieder. Es wird ein TRAFFIC_INTERN-Ereignis aufgerufen, das diese Nachricht generiert und innerhalb der Simulation eine eindeutige Nummer (CallID) für diesen Anruf vergibt. Darauf folgt entsprechend der Nachricht ein PROINST-TO-SS7-, EVENT-TO-SS7- oder SSP-CALLEND-TO-SS7-Ereignis und ein weiteres TRAFFIC_INTERN-Ereignis, falls noch mehr Verkehr generiert werden soll. Das externe Ereignis wird dann bearbeitet und hat ein SS7-INTERN-Ereignis zur Folge. Dieses generiert sich mehrmals hintereinander, bis die Bearbeitung im SS7-Teil des SSP beendet ist und ein externes Ereignis zum SRP generiert wird. Die Nachricht ändert sich dabei nicht, d.h. ein eingehendes PROVIDE-INSTRUCTION wird auch als solches weitergegeben. Auf dieses externe Ereignis folgen dann analog zum SS7-INTERN-Ereignis mehrere SRP-INTERN-Ereignisse. Die Übergabe an das SCP-INTERN-Ereignis geschieht dann analog zur Übergabe des SS7-INTERN-Ereignisses an das SRP-INTERN-Ereignis.

Nach mehrmaligem Bearbeiten eines SCP-INTERN-Ereignisses beauftragt der SCP-Simulator den Online-Simulator, eine Nachricht zum SSP-Simulator zu schicken. Hierzu gibt es zwei verschiedene Nachrichten CREATE-JOIN und CALLEND , die analog zum bereits beschriebenen Szenario bis zum SS7-Simulator weitergeleitet werden und zu einem SS7-INTERN-Ereignis führen. Allerdings führen von dort nur Ereignisse vom Typ CREATE-JOIN zu einem TRAFFIC-INTERN-Ereignis; Ereignisse vom Typ CALLEND veranlassen den Verkehrsgenerator nicht zur Erzeugung von dazugehörigen Folgeereignissen. Es können allerdings Folgeanrufe konfiguriert werden, die nach einer vom Zufallsgenerator zu bestimmenden Zeit vom Verkehrssimulator gestartet werden, wenn keine Verbindung aufgebaut werden konnte. Diese haben die gleiche CallID wie der ursprüngliche Anruf.

Beim Aufruf des Verkehrssimulators durch ein TRAFFIC-INTERN-Ereignis als Folge eines CREATE-JOIN-Ereignisses wird per Zufallsgenerator gemäß den vorbestimmten Wahrscheinlichkeiten festgelegt, wann die nächste Nachricht zu diesem Ereignis abgesendet wird. Zu diesem Zeitpunkt wird dann die oben beschriebene Ereigniskette gestartet.

Bei mehr als einem Anruf wird für jeden Anruf diese Ereigniskette beibehalten. Die Ereignisse mehrerer sich überschneidender Anrufe werden abhängig von ihrer Stellung im globalen Ereigniskalender behandelt.

Im folgenden soll auf die Struktur des SCP- und des SS7- Simulators eingegangen werden.

Figur 10 zeigt dazu schematisch das Prinzip der SCP-Simulation. Es handelt sich wiederum um eine ereignisgesteuerte Simulation, wobei nur diskrete Ereigniszeitpunkte betrachtet werden und zu jedem Ereigniszeitpunkt Zustandsänderungen auftreten können.

Der SCP-Simulator weist einen lokalen Ereigniskalender auf, in welchem sämtliche vom SCP-Simulator zu bearbeitenden Ereignisse in chronologischer Reihenfolge eingetragen sind. Es werden folgende Ereignisse unterschieden:
Nachrichten: Nachrichten repräsentieren Anfragen des SSP bzw. SS7 an den SCP zur Anrufbehandlung, wobei die Ankunft einer Nachricht im SCP bzw. im SCP-Simulator ein Dienstbearbeitungsprogramm, bestehend aus einer vorbestimmbaren Prozeßfolge, startet. Eine Nachricht entspricht einem globalen externen Ereignis.
(Lokales) Internes Ereignis: Ein lokales internes Ereignis führt zur Beendigung eines Prozesses bzw. Ereignisses und Generierung eines neuen Prozesses bzw. entsprechenden Ereignisses, wobei sich dessen Art und Eigenschaften aus der im Dienstbearbeitungsprogramm definierten Prozeßkette ergeben.
(Lokales) Externes Ereignis: Ein lokales externes Ereignis wird erzeugt, wenn ein Dienstbearbeitungsprogramm beendet wurde, also nach Abarbeiten des letzten, in der Prozeßkette spezifizierten Prozesses. Ein externes Ereignis führt zum Senden einer Nachricht zum SSP bzw. zum SS7 und damit zur Generierung eines globalen externen Ereignisses und dessen Eintrag in den globalen Ereigniskalenders.

Figur 11 zeigt ein Beispiel für Konfigurationsparameter des SCP- Simulators. Der obere Teil der Tabelle enthält eine Auflistung sämtlicher zu simulierender Prozesse, die vom SCP durchführbar sind und am Verbindungsaufbau bzw. -abbau beteiligt sind. Die Einzelprozesse sind durch eine Prozeß-Identfikationsnummer (ProzeßID) gekennzeichnet; die Angabe des Prozeßnamens dient lediglich zur einfacheren Anpassung der Konfiguration an die Funktion eines realen SCP. Jedem Prozeß ist eine Prozeßdauer, die hier in Millisekunden angegeben ist, sowie eine Priorität zugeordnet. Die Angaben sind benutzerdefinierbar, so daß sich beispielsweise die Auswirkungen einer veränderten Prioritätszuordnung oder einer veränderten Prozeßdauer mit dem Simulator ermitteln lassen.

Im unteren Teil der Tabelle ist benutzerdefinierbar der SCP-Dienstablauf angegeben. Jedem Dienst, hier gekennzeichnet durch die Dienste-Identifikationsnummer, und dienstspezifisch jeder Nachricht PROVIDE INSTRUCTION, EVENT oder EVENT(CALL END), gekennzeichnet durch die Nachrichten-Identifikationsnummer ist eine Prozeßfolge zugeordnet. Die Prozeßfolge bzw. das Dienstbearbeitungsprogramm ist dabei durch aufeinanderfolgende Angaben der ProzeßIDs der oben aufgelisteten Prozesse definiert. Weiterhin wird hier jede Nachricht dienstspezifisch einer CPU zugeordnet, auf welcher die Prozeßfolge abgearbeitet wird. Es können auch sämtliche Nachrichten auf sämtlichen verfügbaren CPUs abgearbeitet werden.

Es ist weiterhin möglich, einen Einzelprozeß in beliebig viele Teilprozesse zu zerlegen, zwischen denen in der Prozeßfolge andere Prozesse stehen können. Belegt der erste Teilprozeß in einer Prozeßfolge die zur ProzeßID gehörende Kopie, so bleibt diese so lange belegt, bis der letzte Teilprozeß vollständig abgearbeitet wurde. Eine solche Charakteristik besitzen alle Serviceprozesse.

Um einen Cache- oder Festplattenzugriff oder das Inkrementieren eines Zählers für den TV-Dienst zu simulieren, können Warteprozesse mit in die Prozeßfolge eingefügt werden. Die mittlere Wartezeit und deren Varianz ist dabei einzustellen; die tatsächliche wird während der Simulation aufgrund eine gegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilung mit diesen Parametern, z.B. Gauß-Verteilung, daraus ermittelt.

Weiterhin ist, wie in Fig. 11 gezeigt, als Parameter die Verzögerung des Front End Systems ST2000, das bei manchen Netztopologien die Schnittstelle zwischen dem SCP sowie dem SS7-System bildet, sowie der maximale Zählerstand für den Dienst Televotum angebbar.

Figur 12 zeigt ein der SCP-Simulation zugrunde liegendes Modell der Prozeßverwaltung einer CPU 1201 innerhalb eines SCP. Prinzipiell kann jedoch jedes Modell einer solchen Prozeßverwaltung in den SCP-Simulator durch entsprechende Definition der Warteschlangen bzw. Ereigniskalender übernommen werden. Die Prozeßverwaltung bestimmt lediglich die Anzahl und Art der Verknüpfung der SCP-Warteschlangen bzw. der lokalen Ereigniskalender innerhalb des SCP-Simulators und damit, wie eine Nachricht bzw. die sich daraus ergebenden Einzelprozesse innerhalb des Simulators abgearbeitet werden. Der Simulator ist dabei in weiten Grenzen an Benutzerangaben anpaßbar, so daß beliebige Realitäten simuliert werden können. Es ist keine bestimmte Hard- und/oder Softwarestruktur vorgegeben, sondern beliebige Konfigurationen können modelliert werden.

Die CPU 1201 ist im in Fig. 12 gezeigten Fall mittels zweier Local area Networks (LAN) 1202, 1203 an das SS7 angeschlossen, beispielsweise mit Hilfe zweier Token-Bus-LAN über das Front End System ST2000.

Bei SCP ankommende Nachrichten 1208 (PROVIDE INSTRUCTION) werden in Abhängigkeit vom jeweiligen Dienst in dienstespezifische Warteschlangen 1204, 1205, 1206, 1207 geschrieben. In dieser Warteschlange wartet ein Prozeß bzw. eine Nachricht auf externe/interne Nachrichten, die den Prozeß zur Bearbeitung aufrufen. Erhält ein Prozeß die gewünschte Nachricht, so reiht er sich in die Warteschlange der aktivierten Prozesse ein. In dieser Prioritätswarteschlange 1210 sind die aktivierten Prozesse nach Prioritäten geordnet, während die in die dienstespezifischen Warteschlangen 1204 bis 1207 eingetragenen Ereignisse chronologisch geordnet sind. Der Prozeß mit der höchsten Priorität innerhalb der Prioritätswarteschlange 1210 erhält die CPU und wird dort bearbeitet. Falls beispielsweise ein Prozeß nicht von der CPU bearbeitet werden kann, weil alle Inkarnationen des aufzurufenden Prozesses belegt sind, wird dieser nicht lauffähige Prozeß in einer zusätzlichen Warteschlange 1209 verwaltet, bis eine Prozeßinkarnation wieder bereitsteht und der Prozeß in den lauffähigen Zustand übergeht; dann wird er in die Prioritätswarteschlange 1210 eingetragen.

Figur 13 zeigt ein weiteres Modell der Prozeßverwaltung einer CPU zur Simulation der SCP-Funktionen. An einer CPU 1301 ankommende Nachrichten werden gemäß dem Dienstebearbeitungsprogramm in eine Prozeßfolge umgewandelt. Der erste dieser Prozesse wird in eine prozeßspezifische Warteschlange 1302, 1303, 1304, 1305 eingetragen, um von der zugeordneten Prozeßroutine 1307, 1308, 1309, 1310 bearbeitet zu werden. In den prozeßspezifischen Warteschlangen 1302 bis 1305 sind die ankommenden Prozesse in chronologischer Folge eingeordnet. Jeder Prozeßroutine 1307, 1308, 1309, 1310 ist weiterhin eine bestimmte Priorität P1 bis Pn zugeordnet. Es sind auch Konfigurationen denkbar, in denen die Warteschlangen 1302, 1303, 1304, 1305 lediglich prioritätsspezifisch sind, d.h. alle, auch unterschiedliche Prozesse eine bestimmten Priorität aufnehmen, die dann in chronologischer Reihenfolge abgearbeitet werden.

Die Prozeßroutinen können für den selben Prozeß in mehreren Inkarnationen vorhanden sein, beispielsweise jeweils eine Kopie pro Dienst. In diesem Fall sind die prozeßspezifische Warteschlangen 1302 bis 1305 auch dienstespezifisch. Ist eine Prozeßroutine 1307 bis 1310 bereit, wird der nächste Prozeß aus der entsprechenden Warteschlange 1302 bis 1305 aufgerufen; der Prozeß ist dann bereit. Ist zudem die CPU 1301 frei, wird der Prozeß bearbeitet. Nach Abarbeitung eines Prozesses wird durch die CPU 1301 der in der Prozeßkette auf den abgearbeiteten Prozeß folgende Prozeß erzeugt und in die entsprechende Warteschlange eingetragen. Nicht lauffähige Prozesse werden in einer zusätzlichen Warteschlange 1306 verwaltet, bis sie wieder in den lauffähigen Zustand übergehen. Unterbrochene, aber lauffähige Prozesse werden an den Anfang ihrer Warteschlange gestellt und werden als nächstes bearbeitet, wenn es deren Priorität zuläßt.

Unterbrochen werden laufende Prozesse beispielsweise durch Prozesse bzw. Ereignisse, die das Betriebssystem der CPU simulieren sollen. Solchen Ereignissen wird in der Simulation höhere Priorität gegeben als den dienstbearbeitenden Prozessen. Benutzereinstellbar ist, welche Zeit die CPU im Mittel auf die Bearbeitung solcher Prozesse verwenden muß. Ein derartiger Prozeß selbst wird dann durch einen Zufallsgenerator erzeugt.

Figur 14 zeigt ein schematisches objektorientiertes Modell eines SCP-Simulators. Der Simulator weist eine Mehrzahl von Untereinheiten auf, die jeweils die Funktion einer CPU 1401, 1402, 1403, 1404 simulieren. Diese Untereinheiten sind modular zum SCP-Simulator zusammensetzbar.

Eine ankommende Nachricht wird vom Front End System ST2000, Bezugsziffer 1405, empfangen und je nach vorbestimmten CPU-Auswahlkriterien einer CPU 1401 bis 1404 zur vollständigen Bearbeitung weitergegeben. Das Front End System 1405 wird dabei mit einer konstanten Verzögerungszeit simuliert. Es kann innerhalb des SCP-Simulators auch eine eigene Warteschlange aufweisen.

Ein Folgeereignis, also z.B. die Nachricht EVENT oder EVENT(CALL END) wird automatisch auf der CPU bearbeitet, auf welcher schon das Erstereignis behandelt wurde, da in der Realität nur dort der Kontext zum Anruf gespeichert ist. Die Zuweisung eines Erstereignisses (PROVIDE INSTRUCTION) zu einer CPU kann jedoch nach verschiedenen Kriterien erfolgen: Zum einen können Statistikdaten des SCP-Simulators herangezogen werden, z.B. die Auslastung der jeweiligen CPU, die Anzahl der Nachrichten zur Bearbeitung in der CPU zusammen mit dem momentanen Zustand der CPU (aktiv oder inaktiv), die Summe der verbleibenden Wartezeiten aller auf der CPU laufenden bzw. wartenden Prozesse. Dies erfordert jedoch Rechenzeit während der laufdenden Simulation zur Ermittlung der Statistikdaten und dementsprechender Entscheidungsfindung. Alternativ ist daher die selbständige Nachrichtenaufnahme durch die CPUs vorgesehen: Sämtliche Erstereignisse (entsprechend den Nachrichten PROVIDE INSTRUCTION) werden in eine allen CPUs gemeinsame Warteschlange geschrieben; die Folgeereignisse (entsprechend den Nachrichten EVENT oder EVENT(CALL END)) werden in CPU-spezifische, ggfs. auch CPU- und nachrichtenspezifische Warteschlangen eingetragen. Falls der Prozessor einer CPU frei ist, kann automatisch die nächste Nachricht aus einer CPU-spezifischen oder aus der gemeinsamen Warteschlange gelesen werden.

Das Ereignis durchläuft bei der Bearbeitung innerhalb der CPU-Simulation eine festgelegte Prozeßfolge, z.B. wie in Fig. 11 gezeigt. Jeder Prozeß der Prozeßfolge kann auch in eine Mehrzahl von Teilprozessen zerfallen, wobei zwischen den Teilprozessen andere Prozesse ablaufen können. Für jeden Prozeß existiert auf der CPU wenigstens eine Prozeßroutine 1408, 1409, 1413

s 1416, mit welcher die in die Prozeßwarteschlange 1410, 1411 eingetragenen Prozesse bearbeitet werden, wenn sie an der Reihe sind. Eine Prozeßroutine kann auch in mehreren Inkarnationen auf der CPU vorhanden sein, wobei beispielsweise die Zuordnung eines Ereignisses zu einer der Prozeßroutinen dienstespezifisch erfolgt. Dies ist in Figur 14 symbolisiert durch zwei Blöcke von Prozeßroutinen 1408, 1409, 1413 bzw. 1414 bis 1416 mit jeweils einer Prozeßwarteschlange 1410 bzw. 1411.

Ein ankommendes Ereignis wird wie folgt verarbeitet:
Das Ereignis wird zunächst in die Prozeßwarteschlange 1410 bzw. 1411 eingetragen und wartet darauf, daß die entsprechende Prozeßroutine des aufzurufenden Prozesses frei wird. Ist der Prozeß bereit, wird das Ereignis in die Prioritätswarteschlange eingereiht. Die in die Prioritätswarteschlange 1407 eingetragenen Ereignisse werden von der CPU 1401 der Reihe nach abgearbeitet. Während der Abarbeitung eines Prozesses durch die CPU können Warteereignisse auftreten, die z.B. Zugriffe auf die Festplatte simulieren. Diese Warteereignisse werden zufällig oder auch prozeßbedingt erzeugt und in einer Warteschlange 1412 eingetragen. Diese Ereignisse haben höhere Priorität und unterbrechen einen auf der CPU 1401 laufenden Prozeß.

Während der Abarbeitung eines Prozesses können diensteabhängig Zählereignisse verlangt werden, die durch einen Zähler 1406 erzeugt werden. In diesem Zähler 1406 können von allen CPUs Anfragen eintreffen und sich gegenseitig blockieren. Dies führt zu einer Verlängerung der Prozeßverarbeitungszeiten, obwohl die aufrufende CPU dadurch nicht belastet wird.

Die CPU-Auslastung wird vom SCP-Simulator zur Gewinnung von SCP-Statistikdaten wie folgt ermittelt: Zu jedem vom Benutzer angegebenen Zeitpunkt, z.B. alle n Simulationssekunden, wird berechnet, wieviel Prozent der Zeit innerhalb des zurückliegenden, benutzerdefinierten Zeitintervalls Δt die CPU aktiv war, d.h. alle Zeiten der innerhalb des letzten Zeitintervalls Δt gelaufenen Einzelprozesse werden addiert und ihr prozentualer Anteil am Zeitintervall Δt berechnet.

Die Warteschlangenlänge als weiteres Kriterium zur SCP-Belastung ergibt sich unmittelbar aus der Länge der jeweiligen Warteschlangen bzw. lokalen Ereigniskalender.

Figur 15 zeigt die Anordnung der SS7-Schichten, die am Dialog zwischen SSP und SCP beteiligt sind und daher mit dem SS7-Simulator simuliert werden. Die oberste Schicht 1501 stellt die Schicht der SS7-Benutzer dar, repräsentiert also die Anbindung des SSP bzw. SCP an das SS7. Von hier werden Nachrichten in das Intelligente Netz bzw. das SS7 gesendet bzw. empfangen. Darunter liegen in folgender Reihenfolge die TCAP-Schicht 1502, die SCCP-Schicht 1503 sowie die MTP-Schichten 1504 (Level 3 bis 1), die jeweils mit eigenen Prozessoren bestimmte SS7-Funktionalitäten realisieren. Der Nachrichtenfluß vom SSP zum SCP erfolgt in der im rechten Zeichnungsteil skizzierten Weise von Schicht 1501 bis 1504 und zurück zu 1501, wobei der Nachrichtenfluß bidirektional ist.

Zur Simulation des SS7 werden die SS7-Ebenen 1502 bis 1504, also TCAP, SCCP, MTP 1-3, getrennt modelliert. Hierbei werden die einzelnen Prozesse einer Ebene durch Verzögerungszeiten nachgebildet. Um den Fluß der Zeichengabenachrichten innerhalb einer Ebene bzw. zwischen zwei Ebenen simulieren zu können, wird ein Warteschlangenmodell benutzt.

Als Beispiel ist dazu in Figur 16 die Modellierung der MTP3-Ebene 1008 des SRP innerhalb des SS7-Simulators dargestellt. Die drei in dieser Ebene auftretenden Prozesse sind MESSAGE DISTRIBUTION (HMDT), MESSAGE DISCRIMINATION (HMDC) und MESSAGE ROUTING (HMRT). Das Verhalten der Prozesse untereinander und mit den angrenzenden Schichten SCCP 1607 bzw. MTP2 1609 ist in Figur 16a als Flußdiagramm sowie in Figur 16b als Flußdiagramm mit lokalen Prozeßwarteschlangen 1601, 1602, 1603 dargestellt.

Der Prozeß HMDC 1604 erhält Zeichengabenachrichten von der Ebene MTP2 und verteilt diese abhängig vom Zielknoten der Nachrichten. Vor der Bearbeitung durch den Prozeß HMDC 1604 werden die Nachrichten in die dazugehörige Prozeßwarteschlange 1603 eingeordnet. Für den eigenen Knoten, also für den SRP, der der MTP-Schicht 1608 zugeordnet ist, bestimmte Nachrichten werden an den Prozeß HMDT 1605 weitergeleitet. Sie werden in die entsprechende Prozeßwarteschlange 1601 einsortiert und nach Abarbeitung durch den Prozeß HMDT an den SCCP 1007 übergeben. Ist eine Nachricht für einen anderen Knoten bestimmt, wird sie vom Prozeß HMDC 1604 an den Prozeß HMRT 1606 geleitet. Dieser gibt die Nachricht nach

Abarbeitung, also nach Aufruf aus der entsprechenden Prozeßwarteschlange 1602, an die Ebene MTP 2 1609 weiter. Gleiches gilt für Nachrichten, die die Ebene MTP3 1608 vom SCCP 1607 erhält.

Die in Figur 16b verwendeten FIFO-Warteschlangen 1601, 1602, 1603 sind in der Lage, mehrere Zeichengabenachrichten aufzunehmen und nacheinander abzuarbeiten. Die Reihenfolge der Abarbeitung ist durch die jeweilige Verzögerungszeit bestimmt und wird in den lokalen Ereigniskalender des SRP bzw. SS7-Simulator eingetragen.

Figur 17 zeigt als weiteres Beispiel die Modellierung der TCAP-Schicht des SS7. Gemäß der Darstellung in Figur 15 ist die TCAP-Schicht 1702 zwischen der Schicht der SS7-USER 1701 und der SCCP-Schicht 1703 angeordnet. Die Nachrichtenflüsse zwischen den Schichten sowie innerhalb der TCAP-Schicht 1702 sind durch Pfeile angedeutet. In der TCAP-Schicht 1702 werden in diesem Beispiel vier Prozesse simuliert, die Prozesse INVOCATION STATE MACHINE 1704, COMPONENT COORDINATOR 1705, DIALOG HANDLING 1706 sowie TRANSACTION SUB-LAYER 1707. Jedem dieser Prozesse ist eine Prozeßwarteschlange 1708 bis 1711 zugeordnet. Nach Abarbeitung eines in eine der Warteschlangen eingetragenen Ereignisses wird entsprechend dem hier dargestellten Nachrichtenfluß ein Folgeprozeß derselben Schicht aufgerufen oder die Nachricht an die darüber- oder darunterliegende SS7-Schicht weitergeleitet. Die Prozeßfolgen sind dabei benutzerdefinierbar und dem realen Prozeßablauf innerhalb einer TCAP-Schicht flexibel anpaßbar.

Figur 18 zeigt ein Beispiel für Konfigurationsparameter des SS7-Simulators. Es sind zunächst für die einzelnen SS7-Schichten die Prozeßzeiten für die an der Kommunikation zwischen SSP und SCP beteiligten Prozesse angebbar. Dabei werden in diesem Beispiel lediglich die Prozeßzeiten der TCAP- und SCCP-Prozessoren auf Seiten des SSP und des SCP sowie der Prozessoren auf der MTP3-Ebene im Bereich von SSP, STP und SCP angegeben. Es sind jeweils drei oder vier Prozesse pro Ebene beteiligt. Die Prozeßabfolge in den SS7-Schichten ist wie bei der SCP-Simulation das Dienstebearbeitungsprogramm vom Benutzer festlegbar und kann somit flexibel den realen Gegebenheiten angepaßt werden. Den einzelnen Prozessen kann auch jeweils eine bestimmte Priorität zugewiesen werden, was hier nicht dargestellt ist.

Im unteren Teil der in Figur 18 gezeigten Tabelle sind die benutzerdefinierbare Parameter angegeben, welche die Topologie des Intelligenten Netzes im Bereich des SS7 betreffen, z.B. die Anzahl der SCPs, die Anzahl der Zeichenkanäle zwischen SSP und STP sowie zwischen STP und SCP, die laufzeitbedingte Verzögerung einer Nachricht zwischen STP und SSP bzw. SCP sowie die Verzögerung zwischen den Prozessoren. Weiterhin ist die Nachrichtenlänge angebbar.

Figur 19 zeigt die Implementierung des Überlastabwehr-Simulators 1903 in den IN-Simulator im Online-Betrieb sowie dessen prinzipielle Funktionsweise. Der Überlastabwehr-Simulator 1903 reguliert in diesem Beispiel die vom Verkehrssimulator 1902 generierte bzw. weitergegebene Verkehrsmenge aufgrund von Systemdaten, die eine Aussage über die momentane Lastsituation, insbesondere des SCP-Simulators, zulassen, vom Online-Simulator 1901 verwaltet und dem Überlastabwehr-Simulator 1903 über die Online-Schnittstelle übergeben werden.

Im hier gezeigten Beispiel reguliert der Überlastabwehr-Simulator 1903 die vom Verkehrssimulator 1902 generierte bzw. weitergegebene Verkehrsmenge nach dem Prinzip des Automatic Call Gapping (ACG): Innerhalb eines Zeitintervalls $\Delta t1$ (gap time) wird beispielsweise jeweils nur ein Anruf, ggfs. mit vorbestimmten Eigenschaften, vom SSP zum SCP durchgelassen. Das Zeitintervall $\Delta t2$ (gap duration) gibt dabei an, wie lange eine solche Reduzierungsmaßnahme andauert. Auch der Überlastabwehrmechanismus nach dem Prinzip des "Leaky Bucket" kann mit dem Überlastabwehr-Simulator 1903 nachgebildet werden.

Der Überlastabwehr-Simulator 1903 (Overload Prozeß) wird vom Verkehrssimulator 1902 aufgerufen. Dabei übergibt er einen Anruf mit den entsprechenden Parametern, wie z.B. Dienste-, Nachrichten-, SSP-Identifikationsnummer, Zeit. Neben diesen Daten erhält der Overload Prozeß die aktuellen Systemdaten, wie z.B. CPU-Auslastung, Antwortzeiten und Warteschlangenlänge, vom Online-Simulator 1901. Der einmal initialisierte Overload Prozeß steuert sich mit Hilfe der eigenen Zähler und der übergebenen Systemdaten. Für jeden SSP, Dienst und/oder Diensteklasse kann ein eigener Zähler vorhanden sein. Nachdem der Anruf in dem entsprechenden Zähler erfaßt wurde, berechnet der Überlastabwehr-

Simulator den aktuellen Überlastlevel mit Hilfe der Systemdaten. Anschließend werden die Gap-Parameter für den aktuellen Überlastlevel aus der Initialisierungstabelle ausgelesen. Die Initialisierungstabelle ist in der Initialisierungsdatei abgelegt, die beim Start des Überlastabwehr-Simulator 1903 aufgerufen wird. Die Gap-Parameter sind beispielsweise das Zeitintervall $\Delta t1$ (gap time), innerhalb welchem nur jeweils ein Anruf, ggfs. mit bestimmten Eigenschaften, vom SSP zum SCP durchgelassen wird, sowie das Zeitintervall $\Delta t2$ (gap duration), das angibt, wie lange eine solche Reduzierungsmaßnahme andauert.

Für die Berechnung des aktuellen Überlastlevels werden innerhalb eines vorbestimmbaren Zeitfensters alle Anrufe gezählt und gegebenenfalls zeitlich gewichtet. Die Wichtung hängt vorzugsweise exponentiell vom Alter des Anrufs ab, wobei ein jüngerer Anruf stärker gewichtet wird als ein länger zurückliegender. Es erfolgt weiterhin eine Aufteilung der Last auf die SSPs bzw. auf die Dienste, um auch dienste- und/oder SSP-abhängige Überlastabwehr simulieren zu können, bei welcher selektiv Anrufe mit bestimmten Eigenschaften unterdrückt werden.

Es sind verschiedene Überlastlevel vom Benutzer definierbar, denen benutzerdefinierte Gap-Parameter zugeordnet sind.

Nach der Berechnung des Überlastlevels werden die Gap-Maßnahmen entsprechend aktualisiert, z.B. die Länge der Zeitintervalle $\Delta t1$ bzw. $\Delta t2$ angepaßt. Es wird dann geprüft, ob der aktuelle Anruf einer solchen Maßnahme unterliegt oder nicht. Dem aufzurufenden Prozeß wird dann im Erfolgsfall der Rückgabewert TRUE oder eine andere Kennzeichnung übergeben, ansonsten der Wert FALSE bzw. eine andere, dem zugeordnete Kennzeichnung.

Der Rückgabewert wird vom Verkehrssimulator 1902 ausgewertet. Im FALSE-Fall wird miteiner voreingestellten Wahrscheinlichkeit ein Folgeanruf generiert. Im TRUE-Fall wird der Anruf vom Verkehrssimulator 1902 an die Online-Schnittstelle weitergereicht, von dort wird der Anruf dem SCP- oder SS7-Simulator übergeben. Der Verkehrssimulator erzeugt daraufhin einen neuen Anruf, und der Prozeß beginnt von neuem.

Figur 20 zeigt die Implementierung des Überlastabwehr-Simulators 2002 in den IN-Simulator im Datei-Betrieb. Im Datei-Betrieb werden die Anrufe zuvor mit dem Verkehrssimulator generiert und in einer Übergabedatei 2001 abgelegt. Da im Dateibetrieb keine aktuellen Systemdaten an den Überlastabwehr-Simulator 2002 übergeben werden können, mißt er selbst die aktuell anliegende Last in Form von Anrufen pro Zeiteinheit. Die aktuelle Last wird mit einem vorbestimmten Wert für die maximale Anzahl vom Verkehrssimulator ausgehender Anrufe verglichen; dieser ist beispielsweise in der Initialisierungsdatei gespeichert. Aus aktueller eingehender Last und maximaler ausgehender Last wird der aktuelle Überlastlevel berechnet. Analog zum Online-Betrieb werden anschließend die neuen Abwehrparameter aus der Initialisierungstabelle ausgelesen und die Abwehrmaßnahmen aktualisiert.

Figur 21 zeigt ein Beispiel für mit dem IN-Simulator ermittelte Simulationsdaten. Es wurde dabei die Konfiguration zugrunde gelegt, die sich nach den Figuren 6, 11 und 18 aus den dort dargestellten Konfigurationsdateien ergibt. Der SS7-Simulator ist aktiv, während der Überlastabwehr-Simulator abgeschaltet ist. Es wurde ein Telefonverkehr von 30 Anrufen pro Sekunde im Zeitintervall 0 bis 500 Sekunden vorgegeben.

Die Figuren 21.a bis c zeigen die vom Simulator ermittelten Daten zur Netzstatistik. In Figur 21.a ist der vorgewählte mittlere Telefonverkehr sowie der vom Verkehrssimulator generierte Telefonverkehr jeweils als Funktion der Simulationszeit dargestellt. Der eingestellte Telefonverkehr ist gestrichelt dargestellt und entspricht den obengenannten Vorgaben, d.h. beträgt im Intervall 0 bis 500 Sekunden konstant 30 Anrufe pro Sekunde, danach 0 Anrufe pro Sekunde. Der generierte Telefonverkehr, dargestellt als durchgezogene Linie zeigt statistische Schwankungen um den vorgewählten Mittelwert. Er fällt etwas nach dem Zeitpunkt t = 500 s auf Null ab.

Figur 21.b zeigt die SCP-Antwortzeit in Sekunden als Funktion der Simulationszeit. Bei dem konstanten Telefonverkehr von ca. 30 Anrufen pro Sekunde stellt sich gemäß diesem Simulationsergebnis ein eingeschwungener Zustand ein, d.h., der SCP arbeitet die an ihn gestellten Anfragen mit einer Antwortzeit von 0,4 bis 0,7 Sekunden ab.

Figur 21.c zeigt die Anzahl der Nachrichten, die sich zur Abarbeitung im SCP-Simulator befinden, als Funktion der Simulationszeit. Erwartungsgemäß sind die Anzahl der Anrufe im SCP und die Antwortzeit des SCP stark miteinander korreliert.

Die Figuren 21.d-f zeigen SCP-Statistikdaten als Funktion der Zeit, und zwar die Auslastung der CPUs in %, die Anzahl der Nachrichten in einer CPU-Warteschlange sowie die Anzahl von einer CPU bearbeiteten Prozesse pro Zeiteinheit. Es ist jeweils die maximale, minimale und mittlere CPU-Auslastung, Warteschlangenlänge und Anzahl der Dispatches dargestellt. Die Anzahl der Nachrichten, die sich zu einer bestimmten Zeit im SCP in Bearbeitung befinden, schwankt gemäß Figur 21.c im Mittel zwischen 20 und 60, während sich in der Warteschlange, Figur 21.e, nur durchschnittlich 6 Nachrichten befinden. Auf diesen Werten, sowie auch aus der mittleren CPU-Auslastung von 80 % läßt sich erkennen, daß der SCP bei der gewählten Konfiguration ein Verkehrsaufkommen von 30 Anrufen pro Sekunde ohne Probleme verkraftet.

Figuren 21.g-i, zeigen SS7-Statistikdaten. Figur 21.g entspricht 21.a und zeigt den eingestellten bzw. generierten Telefonverkehr als Funktion der Simulationszeit. Figur 21.h zeigt die Verzögerung einer Nachricht im SS7-Simulator auf dem Weg vom SSP zum SCP (gestrichelt) als Funktion der Zeit, sowie die Verzögerung einer Nachricht auf dem Weg vom SCP zum SSP (gepunktet). Figur 21.i zeigt die Anzahl der Nachrichten im SS7 in Richtung SCP (gestrichelt) bzw. in Richtung SSP (gepunktet) als Funktion der Simulationszeit. Die Verzögerungszeiten im Zeichengabesystem liegen weit unter denen des SCP und erreichen einen Maximalwert von 0,045 Sekunden.

Figur 21.j zeigt die SSP-Statistikdaten als Funktion der Zeit, d.h. die Anzahl der belegten Leitungen von und zu SSP1 bzw. SSP2 (linke bzw. rechte Kurven). Die Anzahl der belegten Leitungen von und zu den SSPs erreicht bei ungefähr 300 einen stationären Zustand. Zum Zeitpunkt T = 300 Sekunden wechselt der gesamte Telefonverkehr vom SSP1 zum SSP2. Dies wurde in der Verkehrsdatei so eingestellt.

Figur 22 zeigt ein weiteres Beispiel für mit dem IN-Simulator ermittlte Simulationsdaten, hier bei einem stark wechselnden Verkehrsaufkommen. Das Verkehrsaufkommen wurde alle 100 Sekunden geändert, und zwar von

40 auf 20, auf 80, auf 10, auf 50 und auf 5 Anrufe pro Sekunde. Der SS7-Simulator ist aktiv, während die Überlastabwehr inaktiv ist. Die Zuordnung der Abbildungen zu den simulierten Größen entspricht der in Figur 21.

Figur 22.a zeigt, daß der generierte Verkehr dem eingestellten Verkehrsaufkommen bis zum Zeitpunkt t = 250 s folgt, wobei das generierte Verkehrsaufkommen durch statistische Fluktuationen verzerrt ist. Zum Zeitpunkt t = 250 s bricht das generierte Verkehrsaufkommen, also die Anzahl der in das IN gelangenden, vom Verkehrs-Simulator erzeugten Nachrichten gegenüber den Vorgaben stark ein. Dies ist mit Hilfe der Abbildung 22.j zu erklären. Alle in das Netz führenden Leitungen sind zur Zeit t = 250 s belegt, so daß nur noch ein geringer Teil der Anrufe zu einem IN-Ereignis führen kann.

Ohne den Eingriff der Überlastabwehr kommt es in der in Figur 22 dargestellten Simulation zu starken Anstiegen der SCP-Antwortzeit, sobald die Grenze von 30 Anrufen pro Sekunde überschritten wird. Die Anzahl der Anrufe im SCP sowie die SCP-Warteschlangenlänge nimmt ebenfalls stark zu. Sobald dieser Grenzwert von 30 Anrufen pro Sekunde unterschritten wird, ist es dem SCP möglich, die wartenden Nachrichten abzuarbeiten, so daß die Verzögerungszeit und auch die Länge der Warteschlange abnimmt.
Die Verarbeitungszeit der Nachrichten im zentralen Zeichengabesystem schwankt trotz der unterschiedlichen Verkehrsmengen um nur 0,02 Sekunden.

Figur 23 zeigt eine Simulation mit demselben eingestellten Verkehrsaufkommen wie bei Figur 22, hier jedoch mit aktiviertem Überlastabwehr-Simulator. Dem Überlastabwehr-Simulator wurde ein maximales Verkehrsaufkommen von 30 Anrufen pro Sekunde vorgegeben. In Figur 23.a ist die Begrenzung des generierten Verkehrsaufkommens auf diese durchschnittlich 30 Anrufe pro Sekunde sichtbar. Die Antwortzeit des SCP, Figur 23.b wird daher auf einen Wert von etwa 0,4 bis 0,5 Sekunden gesenkt, was den im Beispiel der Figur 21 zu einem konstanten Verkehrsaufkommen von 30 Anrufen pro Sekunde ermittelten SCP-Antwortzeiten entspricht. Die Antwortszeiten sind damit um den Faktor 100 kleiner als beim Beispiel der Figur 22.

Gewerbliche Anwendbarkeit:

Der erfindungsgemäße IN-Simulator ist in allen Stadien der Planung sowie des Betriebs eines Intelligenten Kommunikationsnetzwerkes ein sinnvolles Werkzeug, um die Performance des Netzes zu testen, bestimmten Vorgaben anzupassen sowie Schwachstellen aufzuspüren. Durch die große Flexibilität der Simulationsmodule ist eine Anpassung an gegebene, aber auch an zukünftige Realitäten problemlos möglich. Durch Vergleich mit simulierten Werten und den der Simulation zugrunde liegende Parametern gelingt es, die Konfiguration des realen Intelligenten Netzes so zu wählen, daß unter den gegebenen Randbedingungen eine bestmögliche Effizienz des IN realisiert wird. Dies führt zu erheblichen Kosteneinsparungen beim Betrieb und bei der Planung Intelligenter Netze, da mit Hilfe der IN-Simulation die optimale Konfiguration des Intelligenten Netzes und seiner Komponenten ermittelt und direkt in die Realität umgesetzt werden kann, ohne daß kostenaufwendige Experimentierzeiten am realen IN notwendig werden. Der IN-Simulator ist ein geeignetes Werkzeug zur Ermittlung von Management-Parametern, die z.B. die problematische Überlastabwehr auf eine stabile Basis stellen können. Die Ergebnisse der Simulation ermöglichen auch die Entwicklung und Überprüfung von allgemeinen globalen oder netzknotenbezogenen Managementfunktionen, die effektiver realisiert und eingesetzt werden können als die bisher verwendeten Überlastabwehrmechanismen.

Liste der Bezugszeichen:

Vermittlungsstelle	101
SSP	102
STP bzw. SRP	103
SCP-Eingangsprozessor	104
Telefon-Nutzkanäle	105
SS7-Kanäle	106,107,108
SCP	109
Verkehrs-Simulator	201,301,401, 1902
SCP-Simulator	202,302,402
SS7-Simulator	303,403,503
Übergabedateien	203,204,304,305,306,307, 406-409, 2001
SCP-Ausgabedatei	205,308,423
Verkehr-Ausgabedatei	206,309
SS7-Ausgabedatei	310
SCP-Eingabedatei	207,311,416
Verkehr-Eingabedatei	208,209,210,211,212, 312-316, 411-414
SS7-Eingabedatei	317,415
Überlastabwehr-Simulator	404,502, 1903, 2002
Benutzeroberfläche	410
Protokolldateien	417-420
Dateinamen-Datei	421
Überlastabwehr-Eingabedatei	422
"Black box"	501
CPU	1201,1301,1401,1402,1403,1404
LAN (zum Anschluß an das SS7)	1202,1203
Dienstespezifische Warteschlangen	1204,1205,1206,1207,1410,1411
IN-Nachricht/Ereignis	1208
Warteschlange für nicht lauffähige Prozesse	1209,1306
Prioritätswarteschlange (für aktivierte, lauffähige Prozesse)	1210,1407
Prozeßspezifische Warteschlange	1302,1303,1304,1305,1601, 1602,1603

Prozeßroutine	1307-1310, 1408, 1409, 1413-1416, 1604,1605,1606, 1704-1707
Front-End-System ST2000	1405
Zähler	1406
"Warteereignis"	1412
SS7-Userschicht	1501,1701
TCAP-Schicht	1502,1702
SCCP-Schicht	1503,1703,1607
MTP-Schicht	1504,1505,1506,1608,1609
Online-Simulator	405, 1901

Patentansprüche

1. Simulator zur Simulation eines Intelligenten Netzwerks (IN), das aus wenigstens einem Service Switching Point SSP (102), an welchen Anrufe mit IN-spezifischen Rufnummern vermittelt werden, einem Service Control Point SCP (109), welcher einem SSP Informationen zur Anrufweiterbehandlung zur Verfügung stellt, sowie einem Zeichengabesystem Nr. 7 (SS7), über welches der Dialog zwischen SSP (102) und SCP (109) stattfindet, besteht, wobei der Simulator folgende Komponenten aufweist:

1.1. Ein Modul (201, 301, 401) zur Simulation beliebiger IN-typischer Ereignisfolgen (Verkehrssimulator) nach den Regeln der Verkehrtheorie;

1.2. einem Modul (202, 302, 402) zur ereignisorientierten Simulation des Service Control Point (SCP-Simulator) unter Verwendung von Prozeßmodellen;

1.3. Mittel (203, 204, 304-307, 406-409) zur Datenübergabe zwischen den Modulen;

1.4. Mittel (207, 311, 416, 208-212, 312-317, 411-415) zur Eingabe und Speicherung der Netzkonfiguration, Kommunikationsdienstespezifikation und sonstigen Simulationsparametern sowie deren Übergabe an die entsprechenden Module;

1.5. Mittel (205-207, 308-310, 417-420, 423) zur Ausgabe und/oder Speicherung der simulierten Daten.

2. Simulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Modul (303, 403, 503) zur ereignisorientierten Simulation des Zeichengabesystems Nr. 7 (SS7-Simulator) auf der Basis von Prozeßmodellen und/oder konstanten Verzögerungszeiten vorgesehen ist.

3. Simulator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der SS7-Simulator (303, 403, 503) die Komponenten SSP, Signal Transfer bzw. Relay Point (STP bzw. SRP) und Anbindung an den SCP durch Prozeßmodelle simuliert sowie SS7-Zeichenkanäle zwischen SSP, STP und SCP durch eine konstante Verzögerung simuliert.

4. Simulator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Modul (404, 502) zur Simulation von Überlastabwehrmechanismen vorgesehen ist (Überlastabwehr-Simulator), welches die Anzahl der von wenigstens einem der übrigen Simulationsmodule verarbeiteten Ereignisse in

Abhängigkeit von der Belastung eines oder mehrerer der Simulationsmodule, z.B. in Abhängigkeit von der Warteschlangenlänge, und von benutzerdefinierbaren Parametern modifiziert;

5. Simulator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Überlastabwehr-Simulator (404, 502) die Menge der von Verkehrssimulator (201, 301, 401) erzeugten und/oder weitergegebenen Ereignisse in Abhängigkeit von der Belastung des SCP-Simulators (202, 302, 402) steuert.

6. Simulator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Aufstellung der Netzkonfiguration und/oder Kommunikationsdienstespezifikation wenigstens einer, vorzugsweise eine Mehrzahl der folgenden Parameter durch Eingabe an einem Spezifikations-Editor, insbesondere Benutzeroberfläche (410), benutzerdefinierbar ist, wobei die Parameter in einer oder mehreren Konfigurationsdateien (207, 311, 416, 208-212, 312-317, 411-415) gespeichert werden und bei Simulationsbeginn den jeweiligen Simulationsmodulen übergeben werden:

6.1. bzgl. der SS7-Simulation: Anzahl SSPs, Anzahl STPs/SRPs, Anzahl der Zeichenkanäle zwischen STP/SRP und SCP bzw. SSP, Verzögerungen zwischen STP/SRP und SCP bzw. SSP, Art und/oder Anzahl der in verschiedenen SS7-Schichten wie MTP1, MTP2, MTP3, SCCP, TCAP eingesetzten Prozessoren, darauf ablaufende Prozesse mit Prozeßzeiten, Verzögerungen zwischen diesen Prozessoren;

6.2. bzgl. der SCP-Simulation: Art und/oder Anzahl der Prozessoren (CPUs) eines SCP, Art der Zuweisung eines Ereignisses zu einem Prozessor (z.B. dienstespezifisch), Art, Dauer und/oder Priorität im SCP laufender Prozesse, Art der Umsetzung eines IN-Ereignisses in eine SCP-Prozeßfolge, Anzahl Inkarnationen eines Prozesses pro CPU;

6.3. bzgl. der Verkehrssimulation:

6.3.1. allgemeine Parameter: Zeit bis zum Timeout, Verzögerungszeit bei Umlenkung, Anzahl Leitungen von und/oder zu den SSPs, Folgeanruf-Wahrscheinlichkeit, maximale Anzahl Folgeanrufe, mittlere/maximale Ansagedauer, Anzahl Ansageplätze;

6.3.2. dienstespezifische Parameter: mittlere Gesprächs- und/oder Ansagendauer, maximale Ansagendauer, Anzahl Ansageplätze, Ansagewahrscheinlichkeit, Umlenk-Wahrscheinlichkeit, Anzahl Leitungen;

6.3.3. für den Dienst TV je Entscheidungsmöglichkeit: Startzeit, Endzeit, Endzeit für Folgeanrufe, Zielwert, Anzahl Zielwerte;
6.4. bzgl. der Überlastabwehr-Simulation: kritische SCP-Warteschlangenlänge, kritische SCP-Auslastung, Dauer der Anruf-Abwehr am SSP.

7. Simulator nach Anspruch 1 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Verkehrssimulator (201, 301, 401) IN-typische Ereignisfolgen aufgrund ganz oder teilweise benutzerdefinierbarer Angaben erzeugt, die in einer oder mehreren Dateien gespeichert sind und bei Simulationsbeginn dem Verkehrssimulator übergeben werden, darunter wenigstens
7.1. Angaben zum zeitlichen Verlauf der durchschnittlichen Verkehrsmenge in Anrufe pro Zeiteinheit jeweils pro zu berücksichtigendem IN-Dienst und/oder Diensteteilnehmer und/oder SSP,
7.2. Angaben zu Wahrscheinlichkeiten betreffend das weitere Schicksal eines Anrufs
7.2.1. nach Erhalt einer Weiterbehandlungsinformation vom SCP, z.B. mittlere Gesprächs- bzw. Ansagendauer nach erfolgreicher Vermittlung, Wahrscheinlichkeiten für erfolglose Vermittlung (Besetzt/ Teilnehmer meldet sich nicht),
7.2.2. vor Erhalt einer Weiterbehandlungsinformation vom SCP, z.B. Timeout, Auflegen des Anrufers,
wobei eine Ereignisfolge erzeugt wird, indem
7.3. für jedes Simulationszeitintervall jeweils pro zu berücksichtigendem IN-Dienst und/oder Diensteteilnehmer und/oder SSP unter der Annahme einer gegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilung, vorzugsweise Poisson-Verteilung, und unter Berücksichtigung der entsprechend 7.1. vorgegebenen jeweiligen momentanen Durchschnitts-Verkehrsmenge ein Anruf bzw. Erstereignis (PROVIDE INSTRUCTION) erzeugt und in Abhängigkeit von der Erzeugungszeit in einen Ereigniskalender eingetragen wird,
7.4. einem Anruf bzw. Erstereignis zugeordnete Folgenachrichten bzw. Folgeereignisse (EVENT, EVENT (CALL-END) unter Berücksichtigung der Angaben aus 6.2. erzeugt und in Abhängigkeit von der Erzeugungszeit in den Ereigniskalender eingetragen werden,
7.5. und der Ereigniskalender somit sämtliche Erst- und Folgeereignisse in chronologischer Folge enthält.

8. Simulator nach Anspruch 1, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden vom Verkehrssimulator (201, 301, 401) generierten Anruf bzw. generierte IN-Nachricht beim Durchlaufen des Simulators folgende Zeitmarken protokolliert werden: Eine Zeitmarke t1 beim Generieren des Anrufs bzw. Erstereignisses, die dem Erzeugungszeitpunkt der Nachricht am SSP entspricht; eine Zeitmarke t4 nach dem Abarbeiten einer Nachricht vom Verkehrssimulator (201, 301, 401) durch den SCP-Simulator (202, 302, 402).

9. Simulator nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden vom Verkehrssimulator (201, 301, 401) generierten Anruf beim Durchlaufen des Simulators folgende Zeitmarken protokolliert werden: Eine Zeitmarke t1 beim Generieren des Anrufs bzw. Erstereignisses, die dem Erzeugungszeitpunkt der Nachricht am SSP entspricht; eine Zeitmarke t2 nach dem Abarbeiten einer Nachricht vom Verkehrssimulator durch den SS7-Simulator (303, 403, 503); eine Zeitmarke t3 nach dem Abarbeiten einer Nachricht vom SS7-Simulator durch den SCP-Simulator (202, 302, 402); eine Zeitmarke t4 nach dem Abarbeiten einer Nachricht vom SCP-Simulator (202, 302, 402) durch den SS7-Simulator.

10. Simulator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß
10.1. die vom Verkehrssimulator (201, 301, 401) generierten Ereignisfolgen in eine erste Übergabedatei (203) eingetragen werden, die dem SCP-Simulator übergeben und von diesem bearbeitet wird, wobei zu jedem Ereignis der Zeitpunkt t1, der dem Erzeugungszeitpunkt der Nachricht am SSP entspricht, gespeichert ist,
10.2. die vom SCP-Simulator bearbeiteten Ereignisse in eine zweite Übergabedatei (204) eingetragen werden, die dem Verkehrssimulator übergeben wird, wobei zu jedem Ereignis der Zeitpunkt t4, der dem Erzeugungszeitpunkt einer Folgenachricht am SCP und dem Ankunftszeitpunkt der Nachricht am SSP entspricht, gespeichert ist. (Datei-Modus)

11. Simulator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß
11.1. die vom Verkehrssimulator generierten Ereignisfolgen in eine erste Übergabedatei (304, 406) eingetragen werden, die dem SS7-Simulator übergeben und von diesem bearbeitet wird, wobei zu jedem Ereignis der Zeitpunkt t1, der dem Erzeugungszeitpunkt der Nachricht am SSP entspricht, gespeichert ist,

11.2. die vom SS7-Simulator bearbeiteten Ereignisse in eine zweite Übergabedatei (305, 407) eingetragen werden, die dem SCP-Simulator übergeben wird, wobei zu jedem Ereignis der Bearbeitungszeitpunkt t2, der dem Ankunftszeitpunkt der Nachricht am SCP entspricht, gespeichert ist,

11.3. die vom SCP-Simulator bearbeiteten Ereignisse in eine dritte Übergabedatei (306, 408) eingetragen werden, die dem SS7-Simulator übergeben wird, wobei zu jedem Ereignis der Zeitpunkt t3, der dem Erzeugungszeitpunkt einer Folgenachricht am SCP entspricht, gespeichert ist,

11.4. die vom SS7-Simulator bearbeiteten Ereignisse in eine vierte Übergabedatei (307, 409) eingetragen werden, die dem Verkehrssimulator übergeben wird, wobei zu jedem Ereignis der Zeitpunkt t4, der dem Ankunftszeitpunkt der Nachricht am SSP entspricht, gespeichert ist.

12. Simulator nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schritte 10.1. und 10.2. bzw. 11.1. bis 11.4 mehrmals nacheinander durchgeführt werden, wobei beim ersten Durchlauf im Schritt 10.1. bzw. 11.1. zur Generierung von Folgeereignissen vom Verkehrssimulator konstante SCP- bzw. SCP- und SS7-Verzögerungszeiten angenommen werden, die in den darauffolgenden Zyklen durch die aus der zweiten bzw. vierten Übergabedatei nach Durchlauf des SCP- bzw. SCP- und SS7-Simulators ermittelten Antwortzeiten modifiziert werden.

13. Simulator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch einen lokalen, dem Verkehrssimulator zugeordneten Ereigniskalender, in welchem vom Verkehrssimulator abzuarbeitende Ereignisse eingetragen sind.

14. Simulator nach einem der Ansprüche 1 bis 9 oder 13, gekennzeichnet durch
einen lokalen, dem SS7-Simulator zugeordneten Ereigniskalender, in welchem vom SS7-Simulator abzuarbeitende Ereignisse als Funktion ihrer Zeitmarke und/oder Priorität eingetragen sind.

15. Simulator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, 13 oder 14, gekennzeichnet durch
einen lokalen, dem SCP-Simulator zugeordneten Ereigniskalender, in welchem vom SCP-Simulator abzuarbeitende Ereignisse als Funktion ihrer Zeitmarke und/oder Priorität eingetragen sind.

16. Simulator nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein lokaler Ereigniskalender mehrere ineinander geschachtelte Warteschlangen aufweist, die jeweils von einer Unterkomponente des Simulationsmoduls abzuarbeitende Ereignisse enthalten.

17. Simulator nach einem der Ansprüche 13 bis 16, gekennzeichnet durch einen globalen Ereigniskalender, der Ereignisse, die Nachrichten zwischen SSP, SCP und gegebenenfalls dem SS7-System entsprechen, (globale externe Ereignisse) und Verweise auf die lokalen Ereigniskalender der Module Verkehrssimulator und/oder SCP-Simulator und/oder SS7-Simulator (globale interne Ereignisse) als gemeinsame Warteschlange enthält, wobei die Ereignisse als Funktion der Zeit und/oder der Priorität in den globalen Ereigniskalender eingetragen werden. (Online-Modus)

18. Simulator nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet,
daß zur Berücksichtigung von rufunabhängigen Vorgängen innerhalb der Netzkomponenten, z.B. Betriebssystemeingriffen innerhalb der SCP-Prozessoren, rufunabhängige Ereignisse zufällig erzeugt, in den globalen sowie gegebenenfalls den entsprechenden lokalen Ereigniskalender eingetragen und vom jeweiligen Simulationsmodul abgearbeitet werden.

19. Simulator nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß dem Simulator und den Simulationsmodulen jeweils eine Simulationsuhr zugeordnet ist, welche während des Abarbeitung eines Ereignisses aus dem globalen bzw. dem jeweiligen lokalen Ereigniskalender stillsteht und bei dessen Beendigung auf den Zeitpunkt des nächsten, im entsprechenden globalen bzw. lokalen Ereigniskalender eingetragenen Ereignisses vorgestellt wird.

20. Simulator nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß ein Simulationsmodul einer externen Nachricht bzw. einem externen Ereignis benutzerdefinierbar eines oder eine Folge von internen Ereignissen mit jeweils definierter Dauer Δt, zuordnet und die Einzelereignisse in den lokalen Ereigniskalender einträgt. (Erzeugung eines internen Ereignisses)

21. Simulator nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß
21.1. ein Simulationsmodul durch ein in den globalen Ereigniskalender eingetragenes internes Ereignis, das auf den lokalen Ereigniskalender verweist, zur Abarbeitung seines nächsten internen Ereignisses aufgerufen wird,
21.2. nach Abarbeitung des Ereignisses die interne Simulationsuhr angepaßt wird, wobei
21.3.1. falls ein weiteres zu der Prozeßkette gehöriges Ereignis vorhanden ist, ein Verweis auf dieses folgende interne Ereignis mit der aktuellen internen Simulationszeit in den globalen Ereigniskalender eingetragen wird
21.3.2. oder, falls das aktuell bearbeitete Ereignis das letzte einer Prozeßkette darstellt, ein externes Ereignis vom Simulationsmodul erzeugt und mit der aktuellen internen Simulationszeit in den globalen Ereigniskalender eingetragen wird.

22. Simulator nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß Telefon-Normalverkehr in die Verkehrssimulation einbezogen wird.

23. Simulator nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß in konstanten Zeitintervallen oder für vorbestimmbare Simulationszeitpunkte wenigstens eine der folgenden Netzauslastungs-Größen mit der dazugehörigen Simulationszeit in eine Ausgabedatei geschrieben werden:
Anzahl der vom Verkehrssimulator erzeugten, in das IN gelangenden Anrufe pro Zeiteinheit,
Anzahl der Nachrichten, die sich in Bearbeitung im SS7-Simulator auf dem Weg zum SCP-Simulator befinden,
Anzahl der Nachrichten im SCP-Simulator,
Anzahl der Nachrichten, die sich in Bearbeitung im SS7-Simulator auf dem Weg zum Verkehrssimulator befinden.

24. Simulator nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß der SCP-Simulator in konstanten Zeitintervallen oder für vorbestimmbare Simulationszeitpunkte die CPU-Auslastung und/oder Warteschlangenlänge und/oder Anzahl bearbeiteter Prozesse pro Zeiteinheit (Dispatches), jeweils

individualisiert nach CPU-Nummer und/oder gemittelt über alle CPUs und/oder minimaler und maximaler Wert einer CPU als SCP-Statistik-Größen mit der dazugehörigen Simulationszeit in eine Ausgabedatei schreibt.

25. Simulator nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß in konstanten Zeitintervallen oder für vorbestimmbare Simulationszeitpunkte SSP-spezifisch die Anzahl der belegten Leitungen zu einer Vermittlungsstelle und/oder im IN protokolliert und in eine Datei geschrieben wird.

26. Simulator nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß eine Benutzeroberfläche vorgesehen ist, die als Eingabeelement zur Generierung einer Simulation durch Eingabe von Simulationsparametern dient, die Verwaltung der Konfigurationsdateien vornimmt sowie imstande ist, die Simulationsergebnisse graphisch auszugeben.

27. Simulator nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß ein Modul zur ereignisorientierten Simulation weiterer Netzkomponenten vorgesehen ist, insbesondere ein Modul zur Simulation des Service Management Systems (SMS) und/oder zur Simulation von Intelligenten Peripherals (IPs).

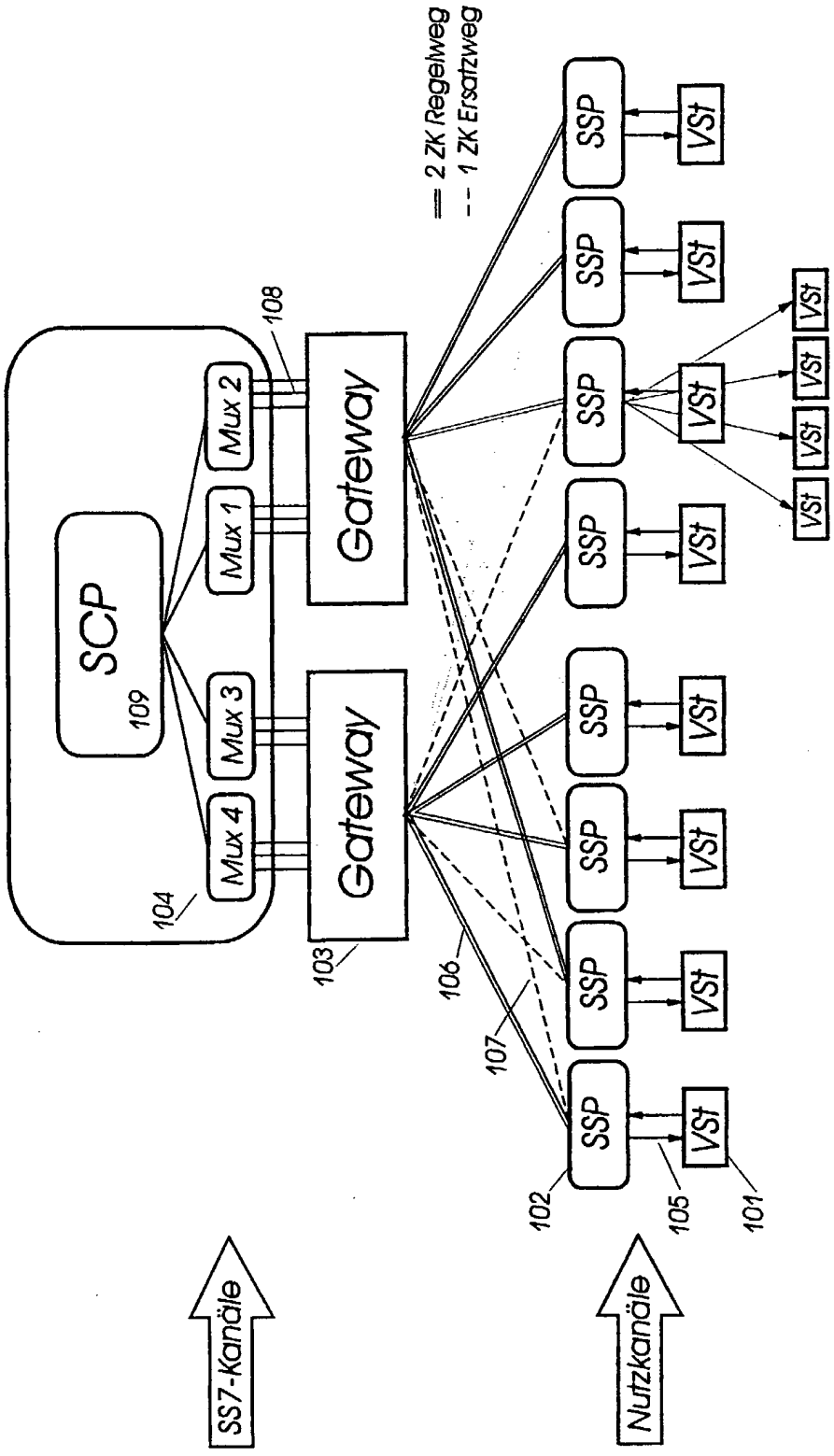

= 2 ZK Regelweg
-- 1 ZK Ersatzweg
SCP
109
Mux 1
Mux 2
Mux 3
Mux 4
104
Gateway
Gateway
108
103
106
107
SSP
VSt
102
105
101
SS7-Kanäle
Nutzkanäle

Fig. 1

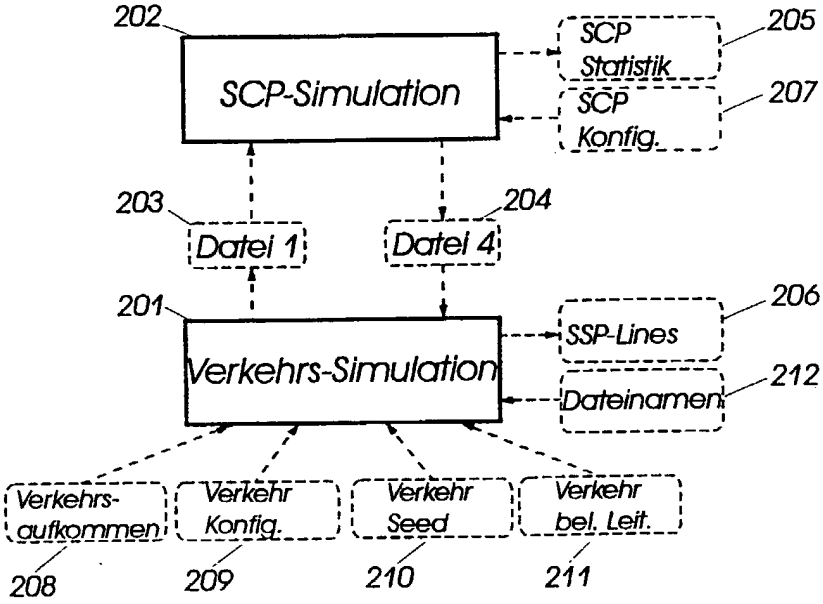

202
SCP-Simulation
SCP Statistik
205
SCP Konfig.
207
203
Datei 1
204
Datei 4
201
Verkehrs-Simulation
SSP-Lines
206
Dateinamen
212
Verkehrs-aufkommen
Verkehr Konfig.
Verkehr Seed
Verkehr bel. Leit.
208
209
210
211

Fig. 2

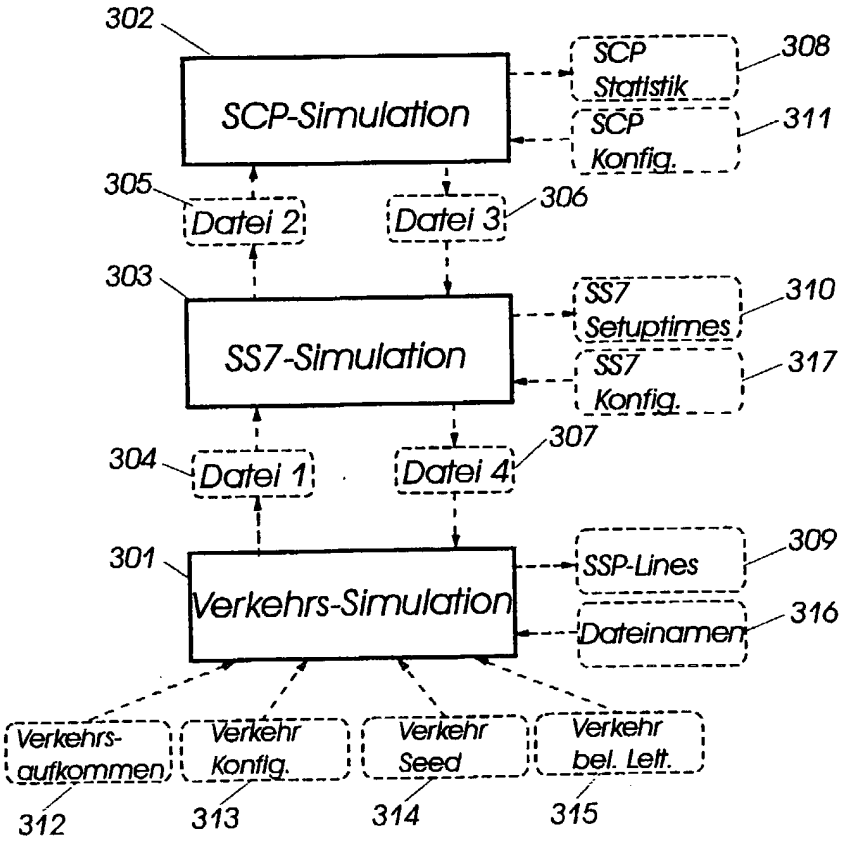

302
SCP-Simulation
SCP Statistik
308
SCP Konfig.
311
305
Datei 2
Datei 3
306
303
SS7-Simulation
SS7 Setuptimes
310
SS7 Konfig.
317
304
Datei 1
Datei 4
307
301
Verkehrs-Simulation
SSP-Lines
309
Dateinamen
316
Verkehrs-aufkommen
Verkehr Konfig.
Verkehr Seed
Verkehr bel. Leit.
312
313
314
315

Fig. 3

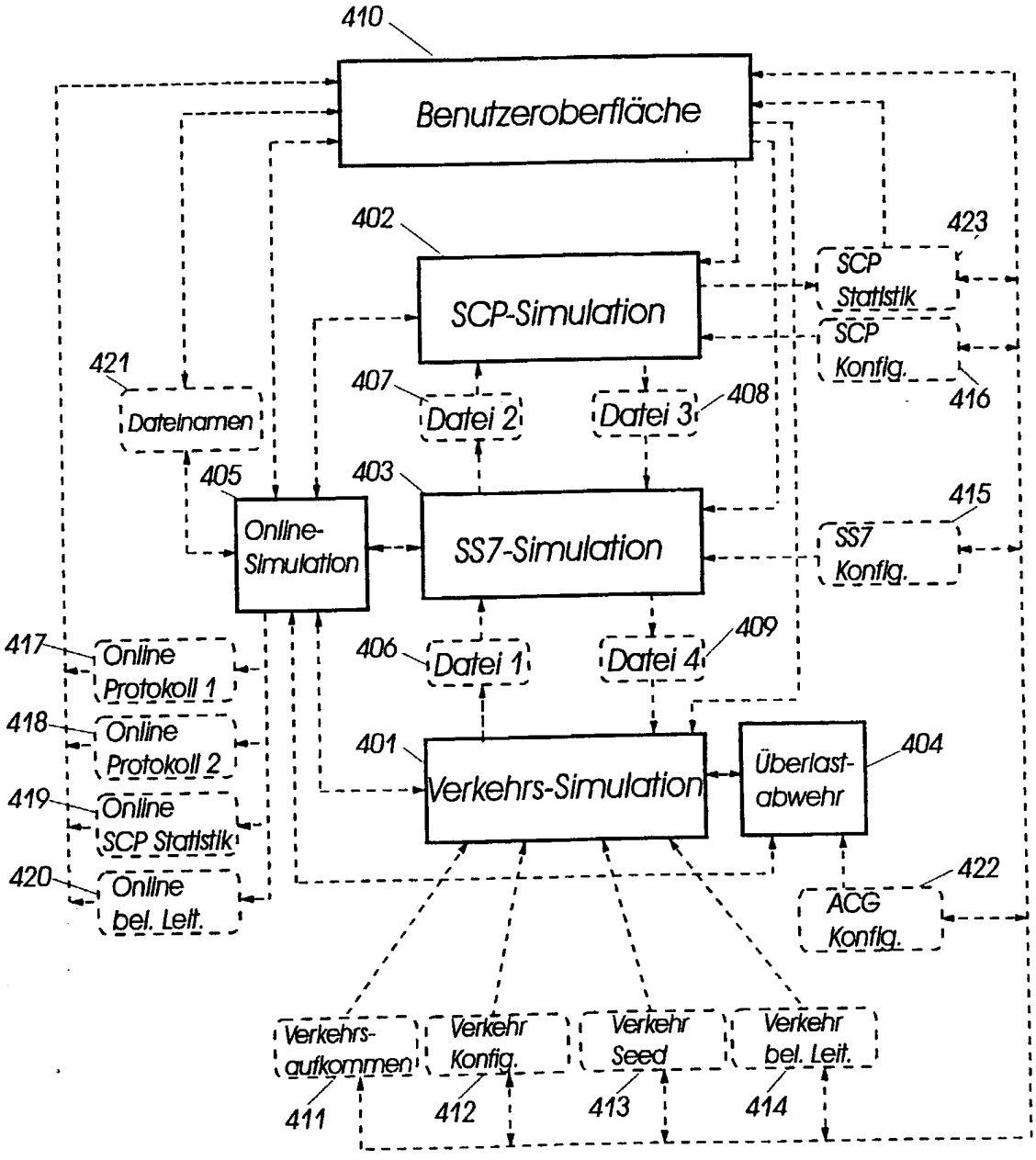

410
Benutzeroberfläche
402
SCP-Simulation
423
SCP Statistik
SCP Konfig.
416
421
Dateinamen
407
Datei 2
Datei 3
408
405
Online-Simulation
403
SS7-Simulation
415
SS7 Konfig.
417
Online Protokoll 1
406
Datei 1
Datei 4
409
418
Online Protokoll 2
401
Verkehrs-Simulation
Überlast-abwehr
404
419
Online SCP Statistik
420
Online bel. Leit.
422
ACG Konfig.
Verkehrs-aufkommen
Verkehr Konfig.
Verkehr Seed
Verkehr bel. Leit.
411
412
413
414

Fig. 4

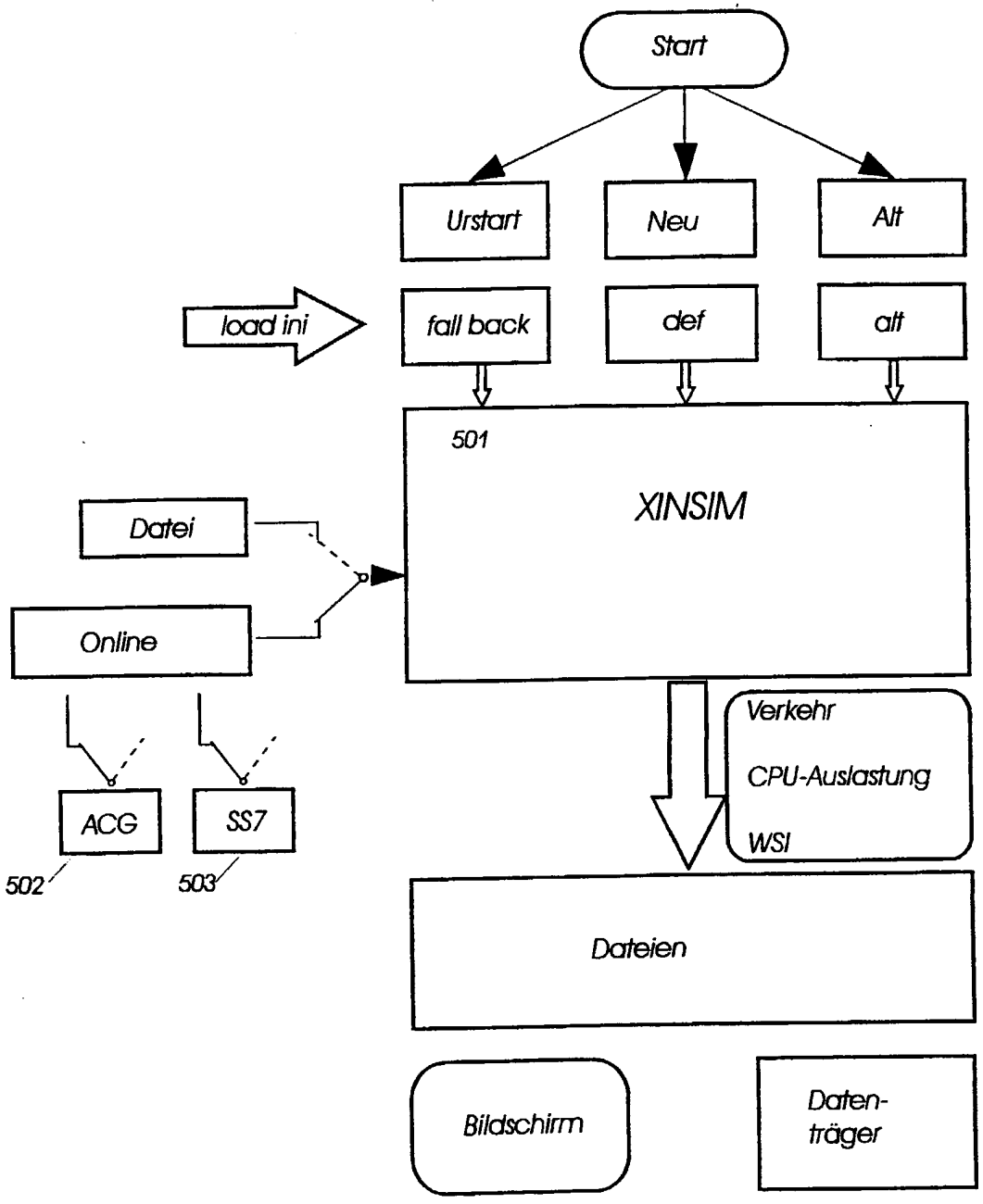

Start
Urstart
Neu
Alt
load ini
fall back
def
alt
501
XINSIM
Datei
Online
ACG
SS7
502
503
Verkehr
CPU-Auslastung
WSI
Dateien
Bildschirm
Daten-
träger

Fig. 5

Verkehrs-Konfiguration

Dienst-Parameter						
Parameter	FPH	TIS	UNU	FPHL	NVK	TVS
mittl. Gesprächsdauer	10	10	10		10	10
mittl. Ansagendauer	10	100	10			10
max. Ansagendauer	150	150	150			15
Anz. Ansageplätze	50	40	500			50
Ansage- Wahrscheinlichkeit						
Umlenk- Wahrscheinlichkeit						
Wahrscheinl. Umlenkung durch "Teilnehmer besetzt"						

Televotum-Parameter						
Parameter	tv1	tv2	tv3	tv4	tv5	tv6
Zielwert SSP1			-	-	-	-
Zielwert SSP2			-	-	-	-
Anz. Zielw. bis Verbindung	1000		-	-	-	-
Startzeit			-	-	-	-
Endzeit	1000	1000	-	-	-	-
Endzeit für Folgeanrufe	1000	1000	-	-	-	-

Zeit bis Timeout: 10 sec
Zeitverzug für Umlenkung: 0 sec
mittl. Ansagendauer "TV nicht aktiv": 5 sec
max. Ansagendauer "TV nicht aktiv": 15 sec
Anz. Ansageplätze für "TV nicht aktiv": 10 sec
Anz. Leitungen zu den SSPs: 3000
Anz. Leitungen von den SSPs: 3000
Anz. Leitungen für FPHL: 3000
mittl. Wartezeit (A- Teilnehmer): 10 sec
Folgeanruf- Wahrscheinlichkeit: 0
max. Anzahl Folgeanrufe: 0

Fig. 6

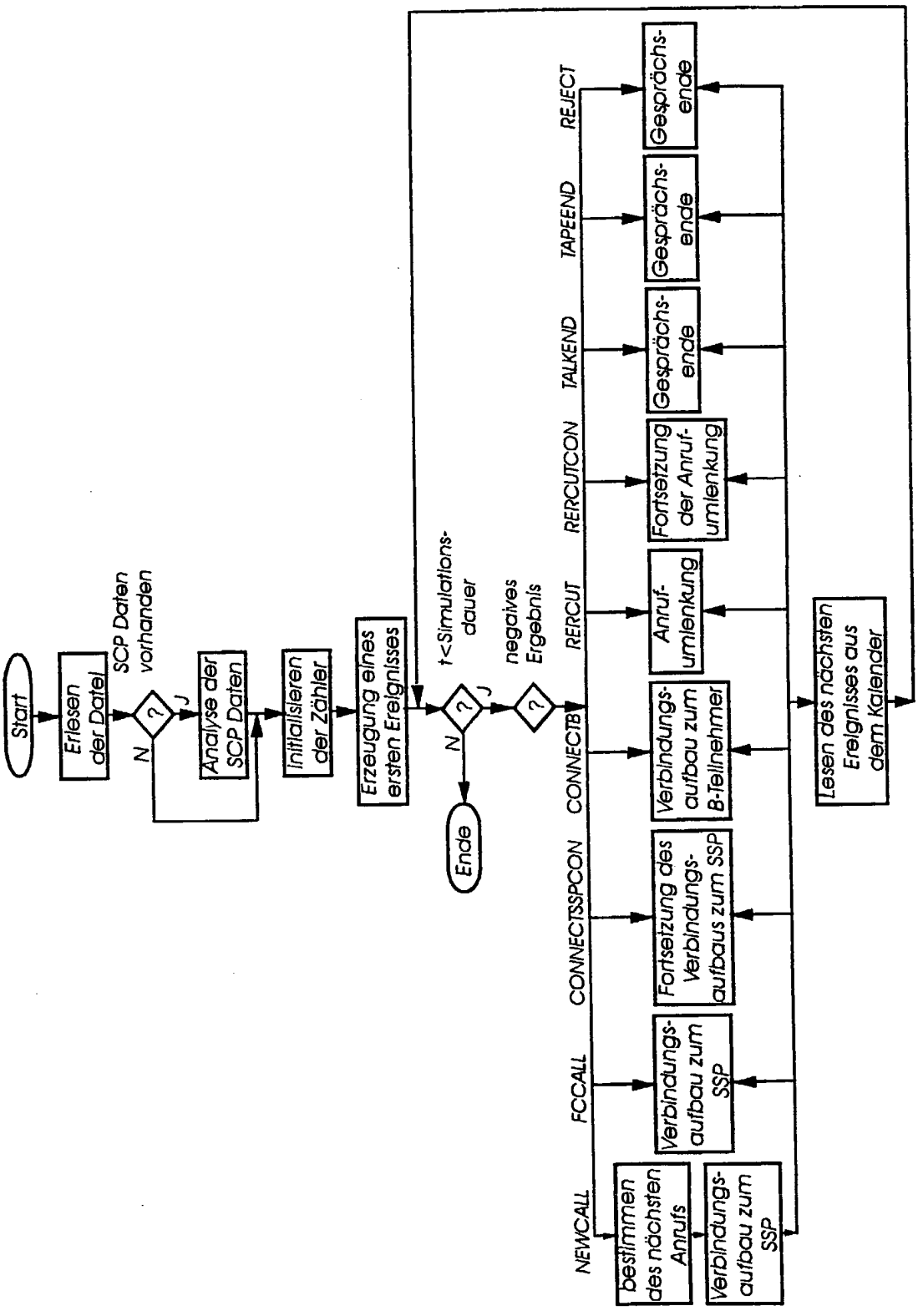

Start
Erlesen der Datei
SCP Daten vorhanden
N
J
Analyse der SCP Daten
Initialisieren der Zähler
Erzeugung eines ersten Ereignisses
t<Simulations-dauer
N
J
Ende
negatives Ergebnis
NEWCALL
FCCALL
CONNECTSSPCON
CONNECTB
RERCUT
RERCUTCON
TALKEND
TAPEEND
REJECT
bestimmen des nächsten Anrufs
Verbindungs-aufbau zum SSP
Fortsetzung des Verbindungs-aufbaus zum SSP
Verbindungs-aufbau zum B-Teilnehmer
Anruf-umlenkung
Fortsetzung der Anruf-umlenkung
Gesprächs-ende
Gesprächs-ende
Gesprächs-ende
Gesprächs-ende
Verbindungs-aufbau zum SSP
Lesen des nächsten Ereignisses aus dem Kalender

Fig. 7

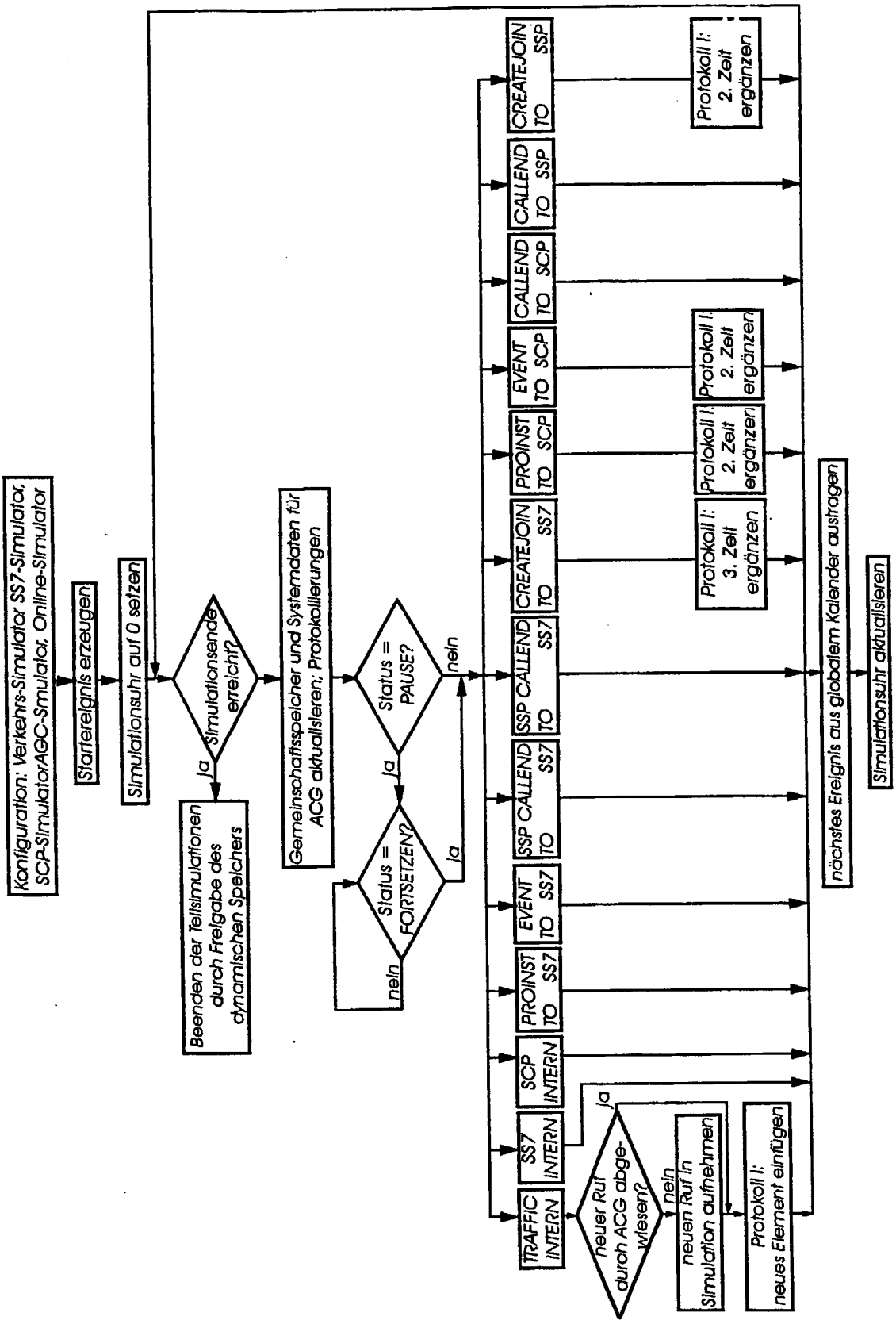

Konfiguration: Verkehrs-Simulator SS7-Simulator, SCP-SimulatorAGC-Smulator, Online-Simulator
Starterelgnis erzeugen
Simulationsuhr auf 0 setzen
Simulationsende erreicht?
ja
Beenden der Teilsimulationen durch Freigabe des dynamischen Speichers
Gemeinschaftsspeicher und Systemdaten für ACG aktualisieren; Protokollierungen
Status = PAUSE?
ja
Status = FORTSETZEN?
nein
ja
nein
TRAFFIC INTERN
SS7 INTERN
SCP INTERN
neuer Ruf durch ACG abgewiesen?
ja
nein
neuen Ruf in Simulation aufnehmen
Protokoll I: neues Element einfügen
PROINST TO SS7
EVENT TO SS7
SSP CALLEND TO SS7
CREATEJOIN TO SS7
PROINST TO SCP
EVENT TO SCP
CALLEND TO SCP
CALLEND TO SSP
CREATEJOIN TO SSP
Protokoll I: 3. Zeit ergänzen
Protokoll I: 2. Zeit ergänzen
Protokoll I: 2. Zeit ergänzen
Protokoll I: 2. Zeit ergänzen
nächstes Ereignis aus globalem Kalender austragen
Simulationsuhr aktualisieren

Fig. 8

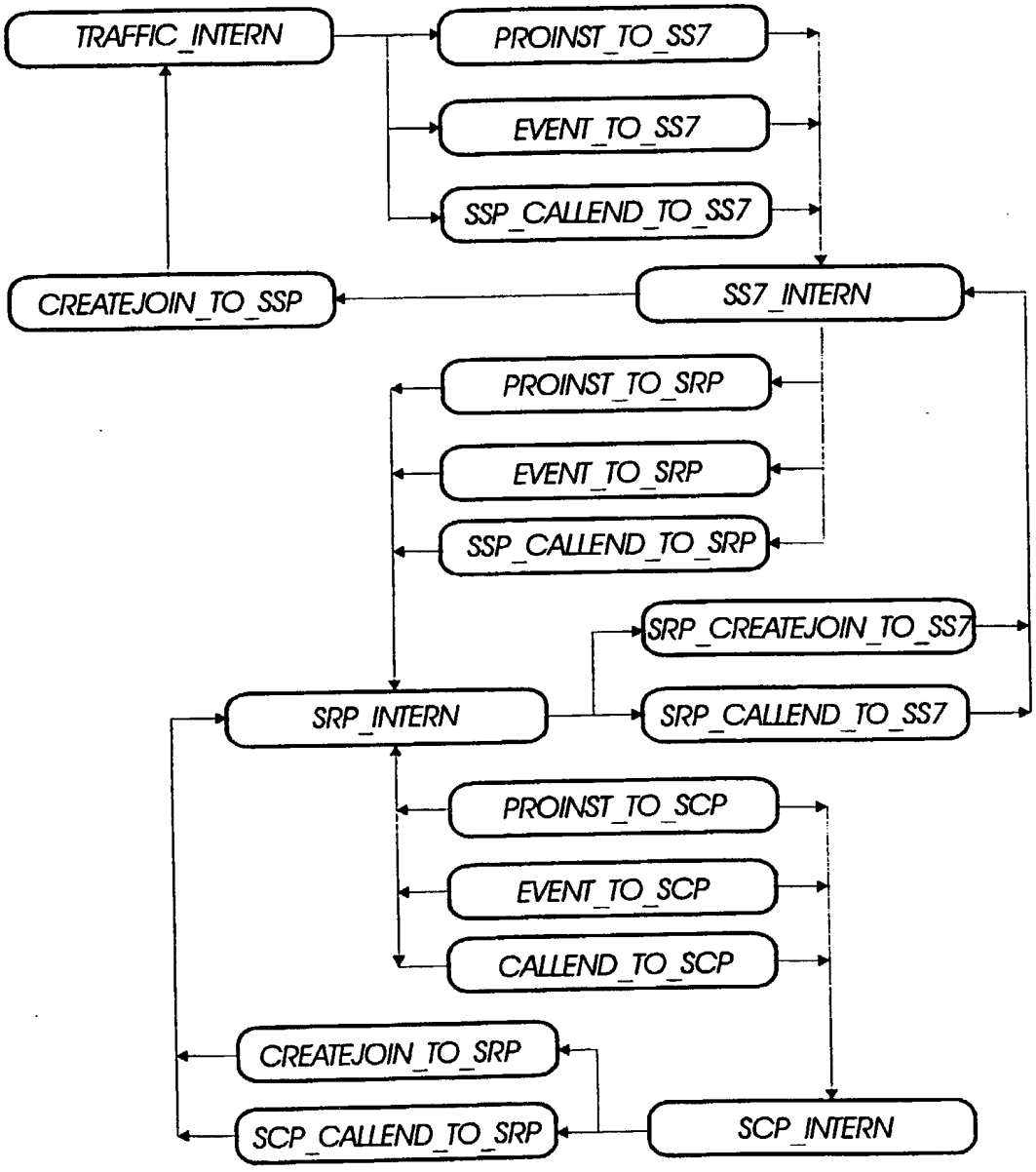

TRAFFIC_INTERN
PROINST_TO_SS7
EVENT_TO_SS7
SSP_CALLEND_TO_SS7
CREATEJOIN_TO_SSP
SS7_INTERN
PROINST_TO_SRP
EVENT_TO_SRP
SSP_CALLEND_TO_SRP
SRP_CREATEJOIN_TO_SS7
SRP_INTERN
SRP_CALLEND_TO_SS7
PROINST_TO_SCP
EVENT_TO_SCP
CALLEND_TO_SCP
CREATEJOIN_TO_SRP
SCP_CALLEND_TO_SRP
SCP_INTERN

Fig. 8a

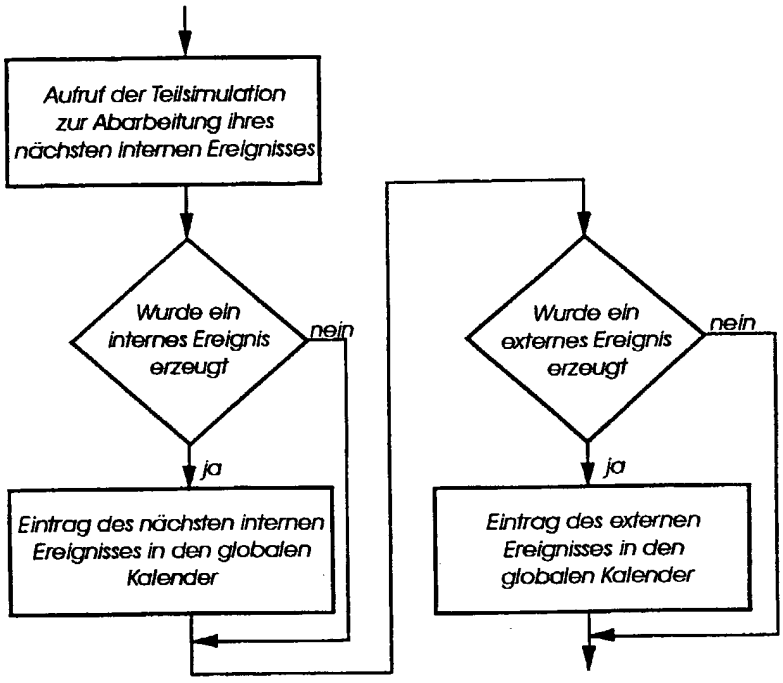

Aufruf der Teilsimulation zur Abarbeitung ihres nächsten internen Ereignisses
Wurde ein internes Ereignis erzeugt
nein
ja
Eintrag des nächsten internen Ereignisses in den globalen Kalender
Wurde ein externes Ereignis erzeugt
nein
ja
Eintrag des externen Ereignisses in den globalen Kalender

Fig. 9

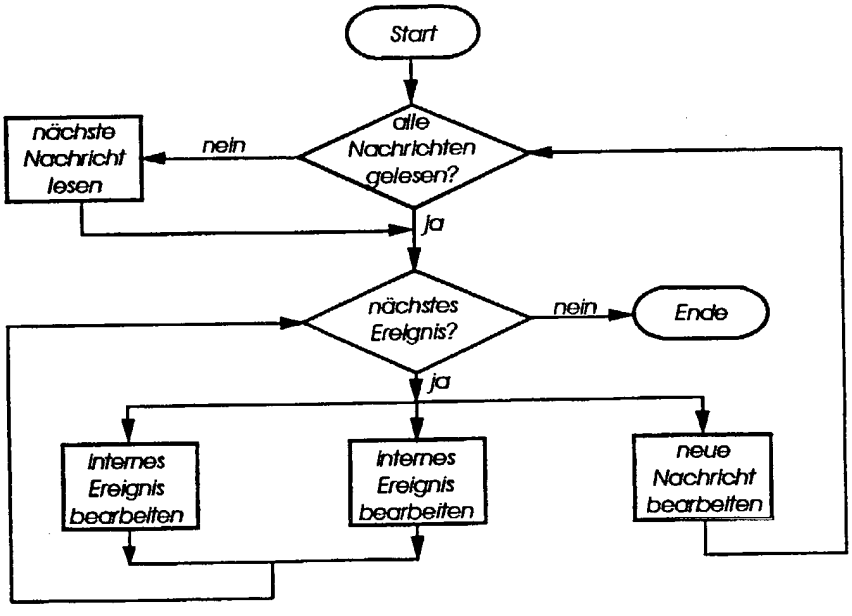

Start
alle Nachrichten gelesen?
nein
nächste Nachricht lesen
ja
nächstes Ereignis?
nein
Ende
ja
Internes Ereignis bearbeiten
Internes Ereignis bearbeiten
neue Nachricht bearbeiten

Fig. 10

SCP-Prozeßtabelle

ProzeßID	Zeit/msec	Priorität	Name
	0,8	200	MULTILAN
	1,525	190	STINE
	0,875	176	Memmgre GetMem
	90	138	SERV1 Validate TCAP
	0,25	175	ContextM Create Context
	0,1	176	Memmgre Get RT
	10	138	SERV1 Convert
	0,275	175	ContextM Save Context
	1,4	166	MDPFFWE
	90	138	SERV1 Build Reply
10	2,075	189	STOUT
11	0,25	176	Memmgre FreeMem
12		176	Memmgre WriteCallTicket
13	0,1	175	CTXMME ReleaseContext
14	0,1	175	RCPRO

SCP-Dienstablauf

Dienst	Nachricht	CPU	Prozeßfolge
3-6		1-12	0 1 2 3 4 5 6 7 9 10 0
3-6		1-12	0 1 2 3 4 5 6 7 9 10 0
3-6		1-12	0 1 2 3 4 12 9 10 0 13
10-99		1-12	0 1 2 3 4 5 6 14 7 9 10 0 11
10-99		1-12	0 1 2 3 4 12 9 10 0 13 11
ST2000-Verzögerung: 1 msec			
TVCounterLimit: 30000			

Fig. 11

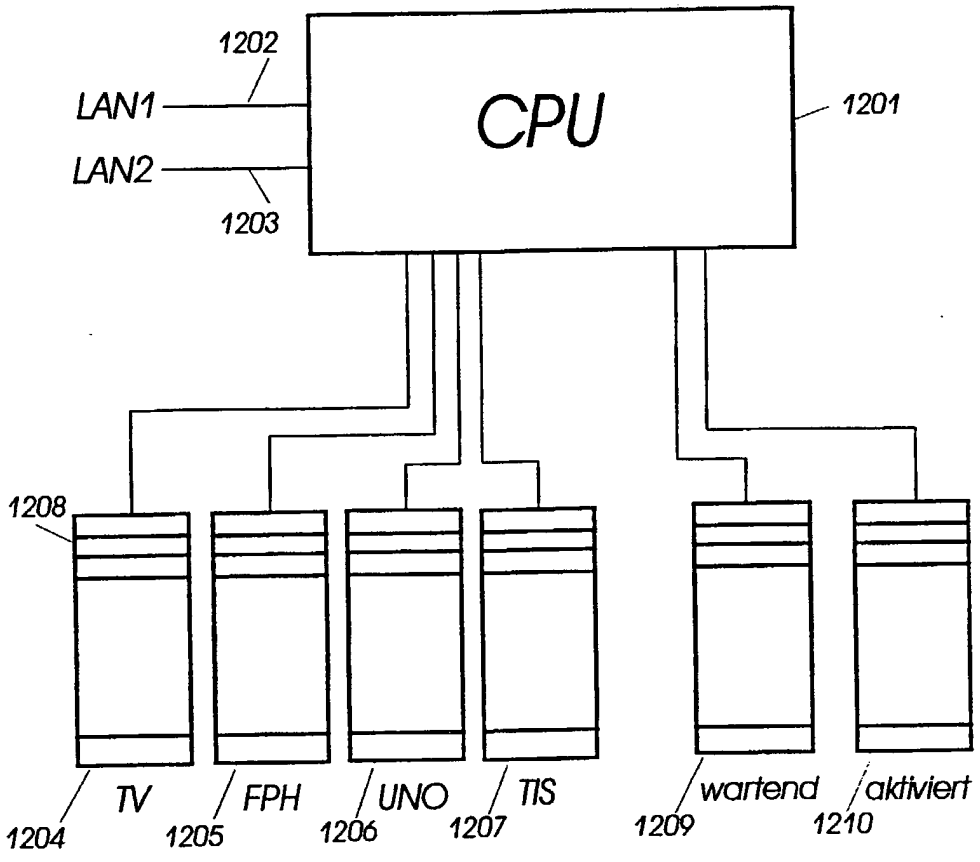

1202
LAN1
LAN2
1203
CPU
1201
1208
TV
FPH
UNO
TIS
wartend
aktiviert
1204
1205
1206
1207
1209
1210

Fig. 12

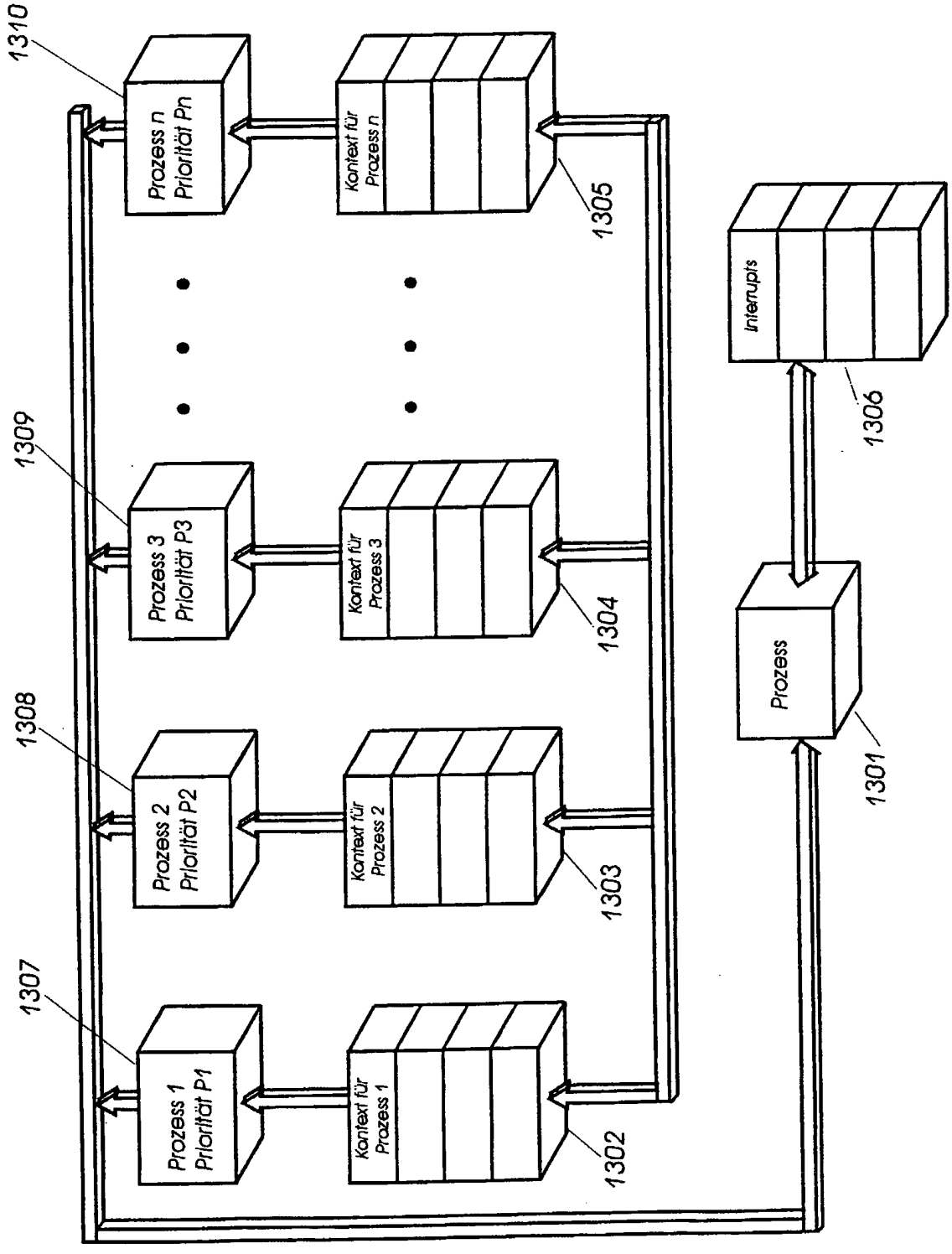

1310
Prozess n
Priorität Pn
Kontext für
Prozess n
1305
Interrupts
1306
1309
Prozess 3
Priorität P3
Kontext für
Prozess 3
1304
Prozess
1301
1308
Prozess 2
Priorität P2
Kontext für
Prozess 2
1303
1307
Prozess 1
Priorität P1
Kontext für
Prozess 1
1302

Fig. 13

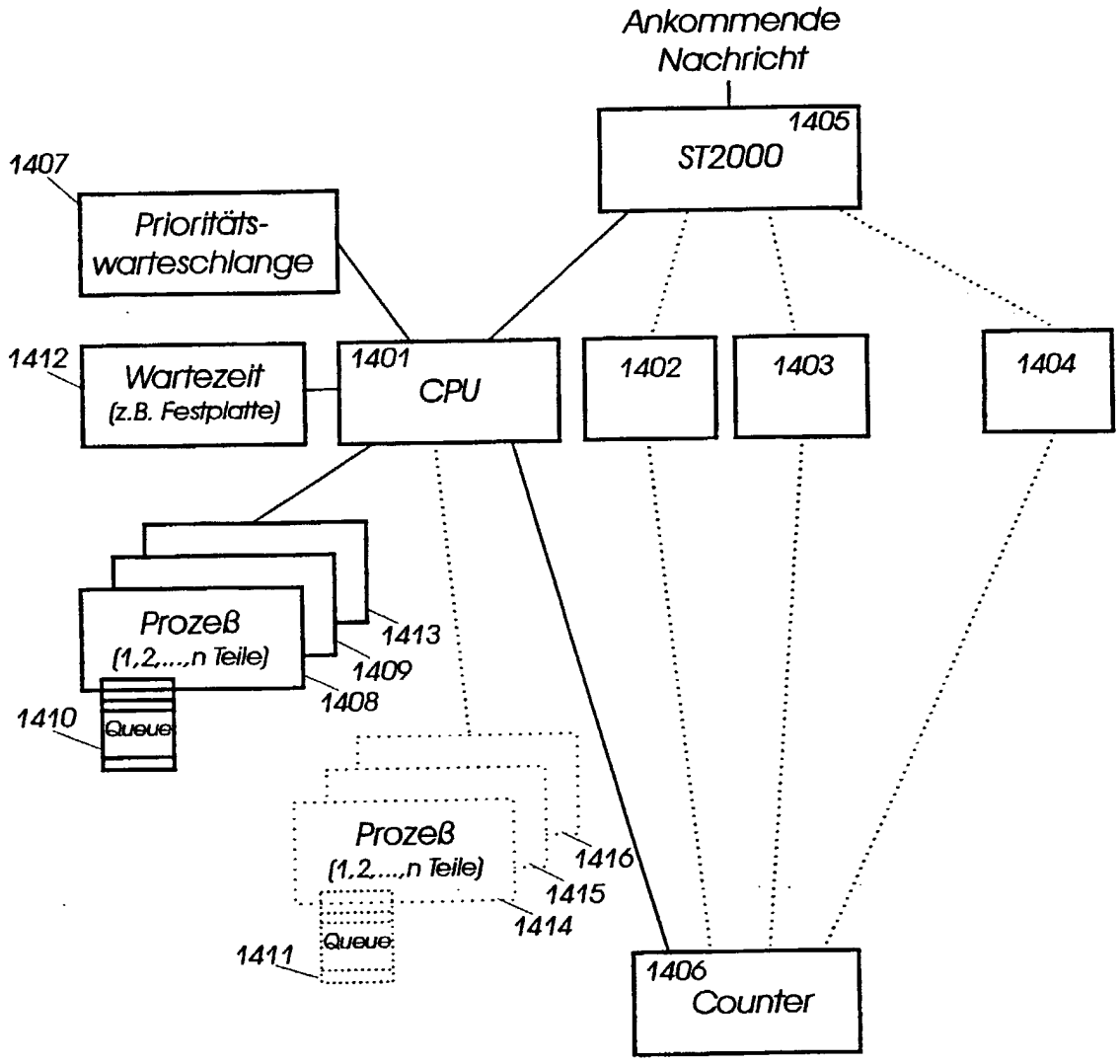

Ankommende Nachricht
1405
ST2000
1407
Prioritäts-warteschlange
1412
Wartezeit (z.B. Festplatte)
1401
CPU
1402
1403
1404
Prozeß (1,2,...,n Teile)
1413
1409
1408
1410
Queue
Prozeß (1,2,...,n Teile)
1416
1415
1414
1411
Queue
1406
Counter

Fig. 14

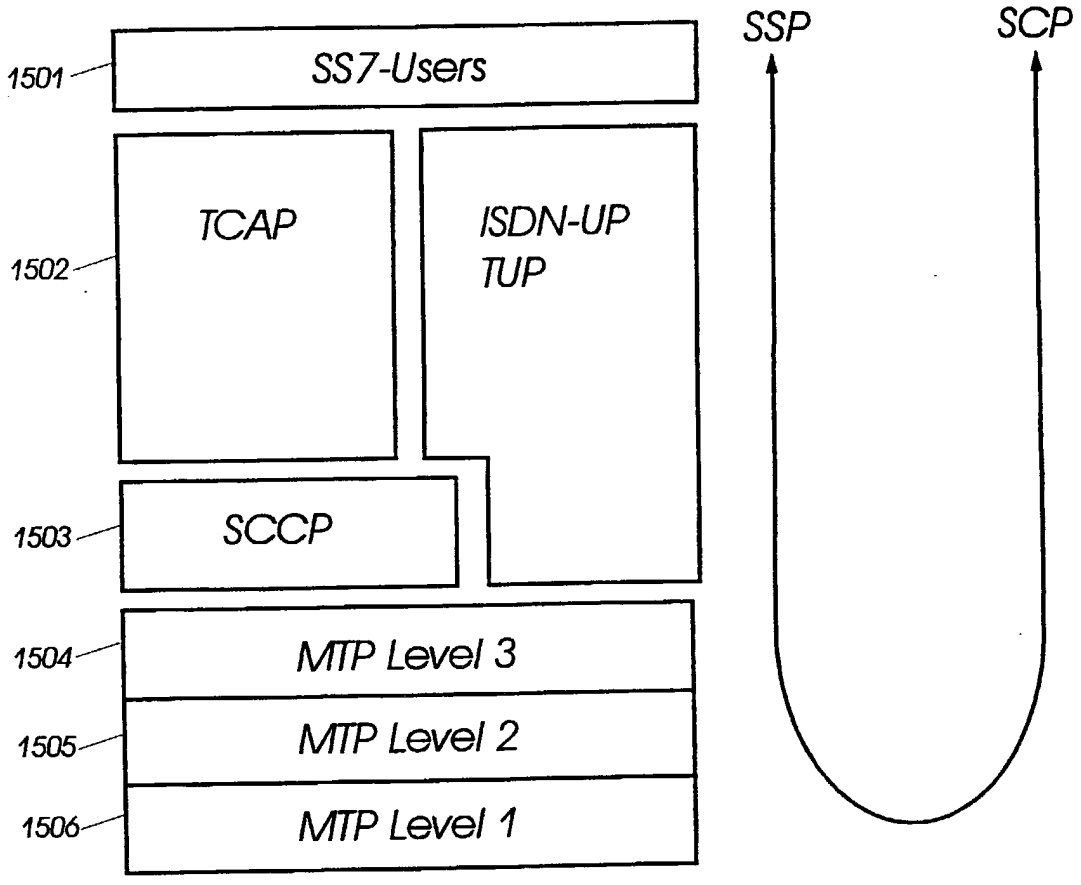

SSP
SCP
1501
SS7-Users
1502
TCAP
ISDN-UP
TUP
1503
SCCP
1504
MTP Level 3
1505
MTP Level 2
1506
MTP Level 1

Fig. 15

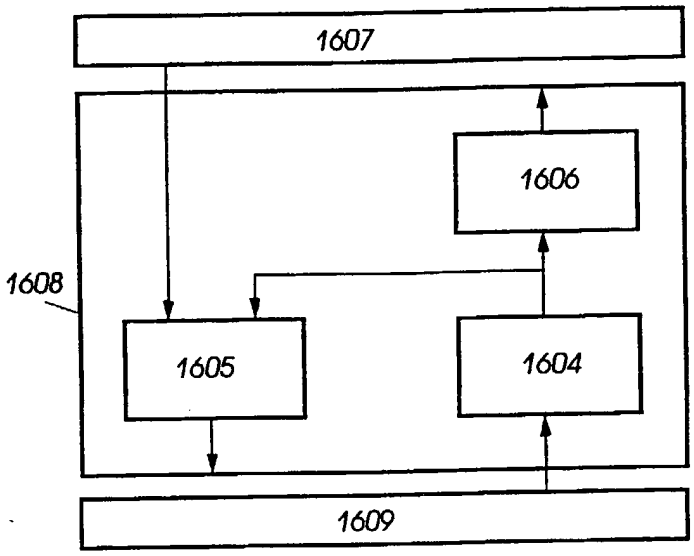


Fig. 16a

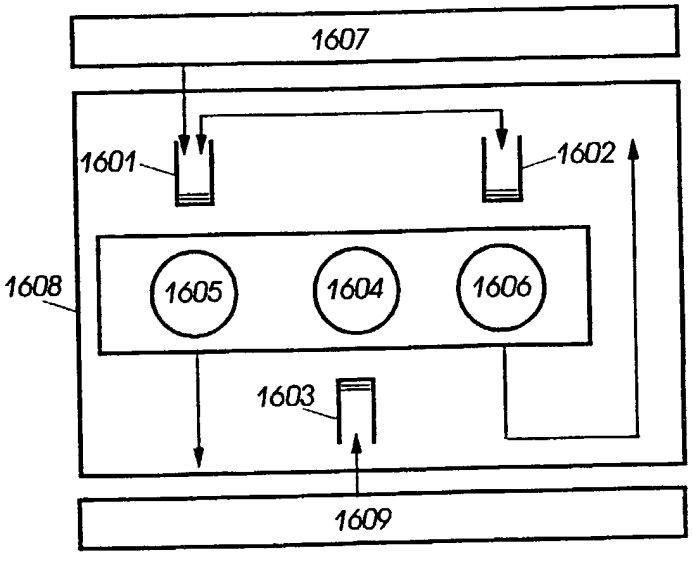
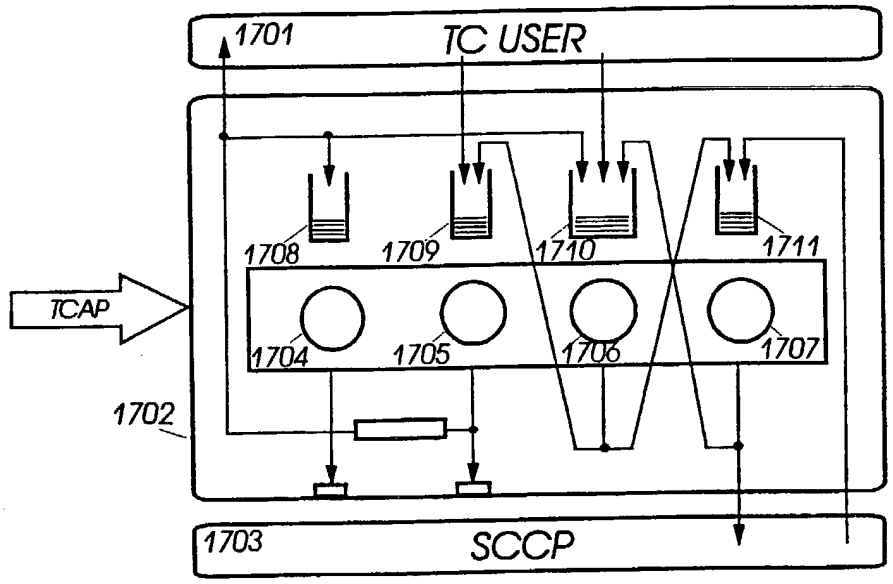


Fig. 16b

Virtueller Prozessor für die TCAP-Schicht



1 Transaction Sub-Layer

2 Dialog Handling

3 Component Coordinator

4 Invocation State Machine

Fig. 17

SS7-Prozeßzeiten			
TCAP-Prozessor (SSP)			
ISM	CCO	DHA	TSL
SCCP-Prozessor (SSP)			
SCLCR	SCLCT	SCLCR	SCLCT
MTP3-Prozessor (SSP)			
HMRT	HMDT	HMDC	
MTP3-Prozessor (STP)			
HMRT	HMDT	HMDC	
TCAP-Prozessor (SCP)			
ISM 0,5	CCO 0,5	DHA 0,5	TSL 0,5
SCCP-Prozessor (SCP)			
SCLCR	SCLCT	SCLCR	SCLCT
MTP3-Prozessor (SCP)			
HMRT	HMDT	HMDC	

Anzahl der STPs: 2
Anzahl der Links zwischen SSP und STP: 6
Verzögerung zwischen SSP und STP: 1 msec
Anzahl der Links zwischen STP und SCP: 12
Verzögerung zwischen STP und SCP: 1 msec
Verzögerung zwischen Prozessoren: 0,5 msec
Nachrichtenlänge: 75 Byte

Fig. 18

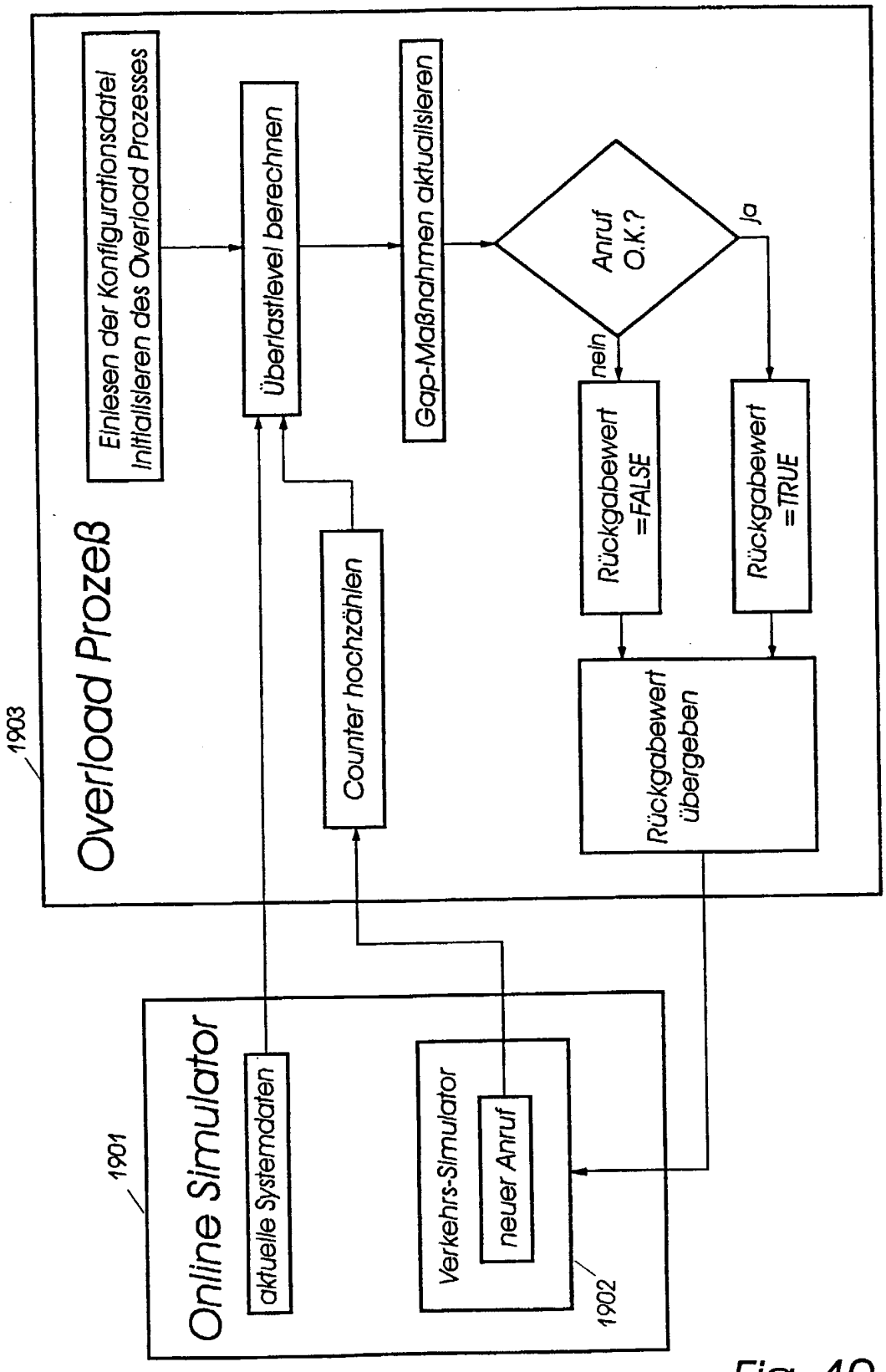

Overload Prozeß
1903
Einlesen der Konfigurationsdatei
Initialisieren des Overload Prozesses
Überlastlevel berechnen
Gap-Maßnahmen aktualisieren
Anruf O.K.?
ja
nein
Rückgabewert =FALSE
Rückgabewert =TRUE
Rückgabewert übergeben
Counter hochzählen
Online Simulator
1901
aktuelle Systemdaten
Verkehrs-Simulator
neuer Anruf
1902

Fig. 19

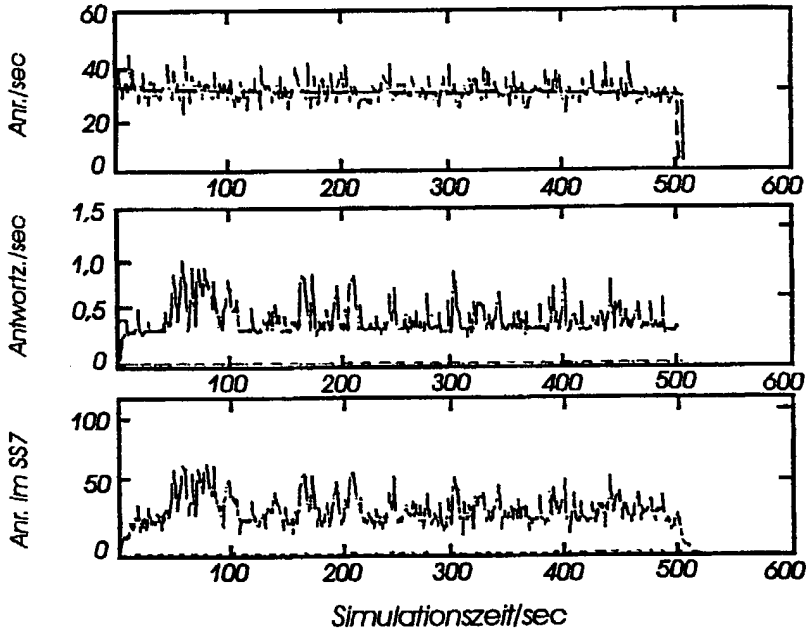


Fig. 19 a

Fig. 19 b

Fig. 19 c

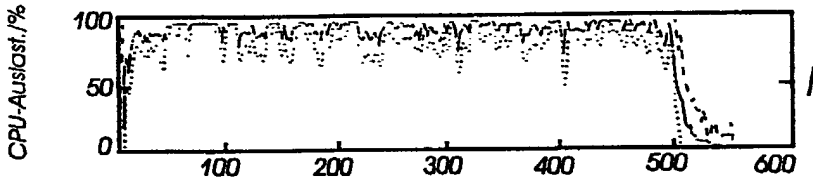


Fig. 19 d

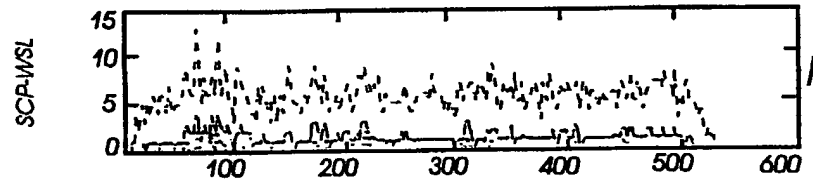


Fig. 19 e

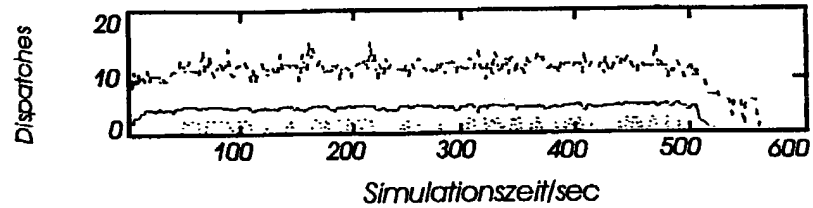


Fig. 19 f

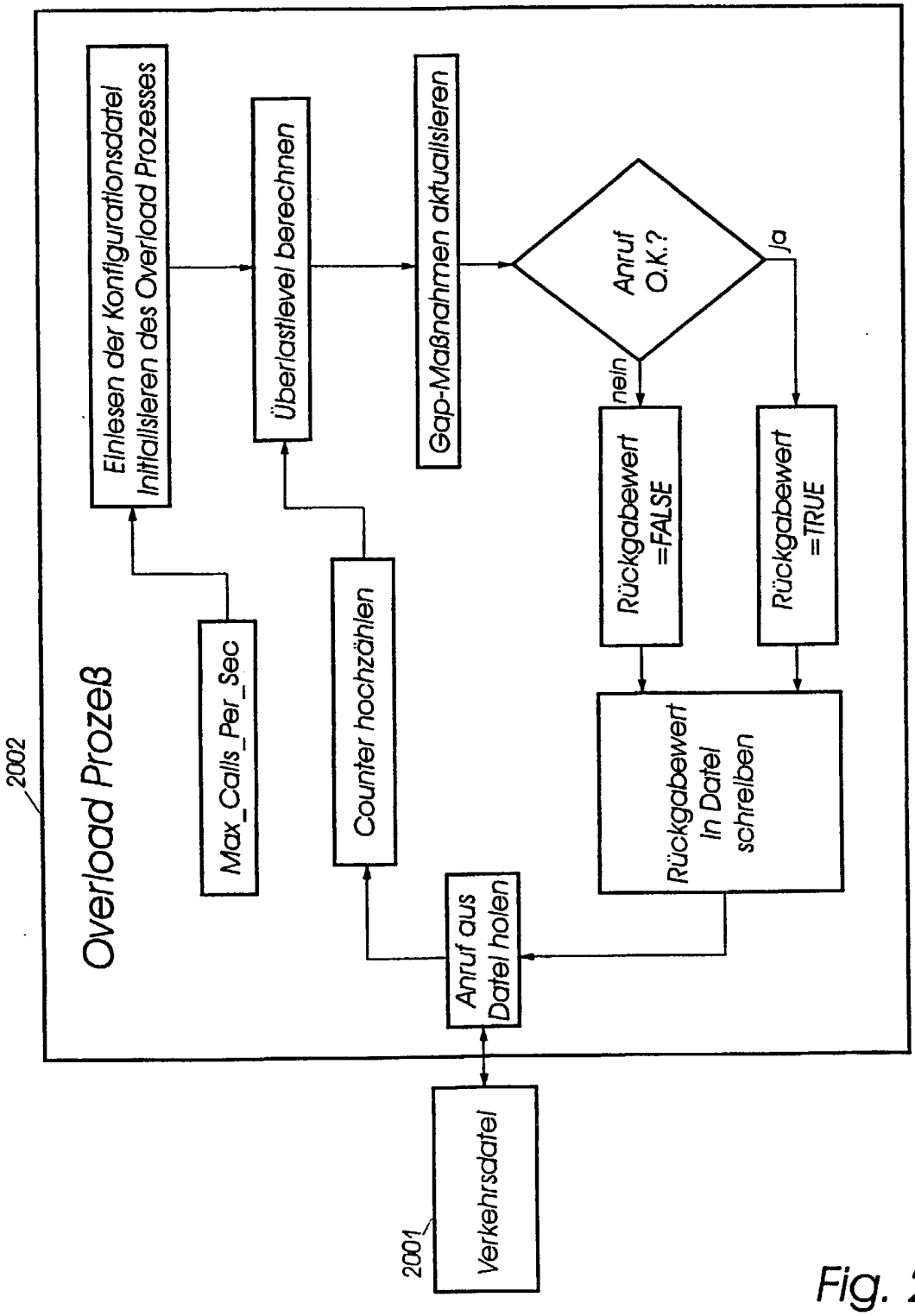

Overload Prozeß
2002
Einlesen der Konfigurationsdatei
Initialisieren des Overload Prozesses
Überlastlevel berechnen
Gap-Maßnahmen aktualisieren
Anruf O.K.?
nein
ja
Rückgabewert =FALSE
Rückgabewert =TRUE
Max_Calls_Per_Sec
Counter hochzählen
Rückgabewert In Datei schreiben
Anruf aus Datei holen
Verkehrsdatei
2001

Fig. 20

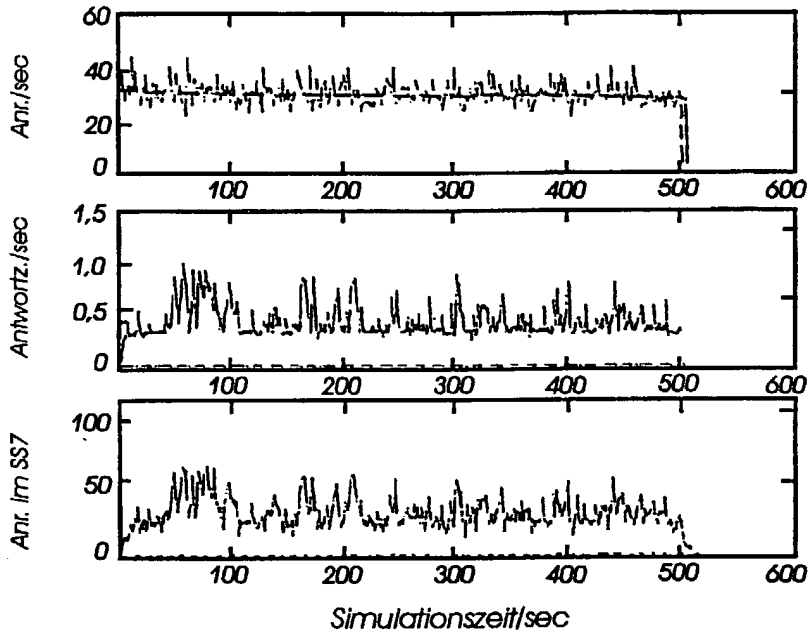


Fig. 21 a

Fig. 21 b

Fig. 21 c

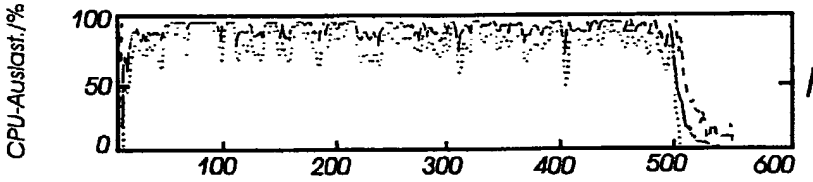


Fig. 21 d

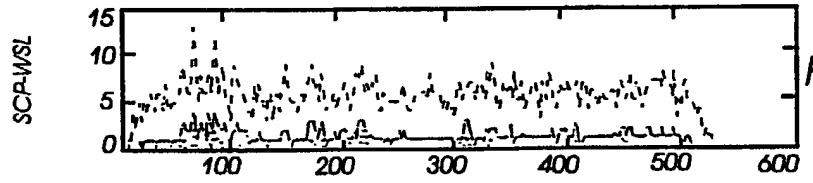


Fig. 21 e

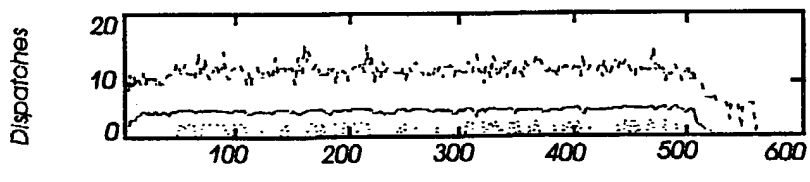


Fig. 21 f

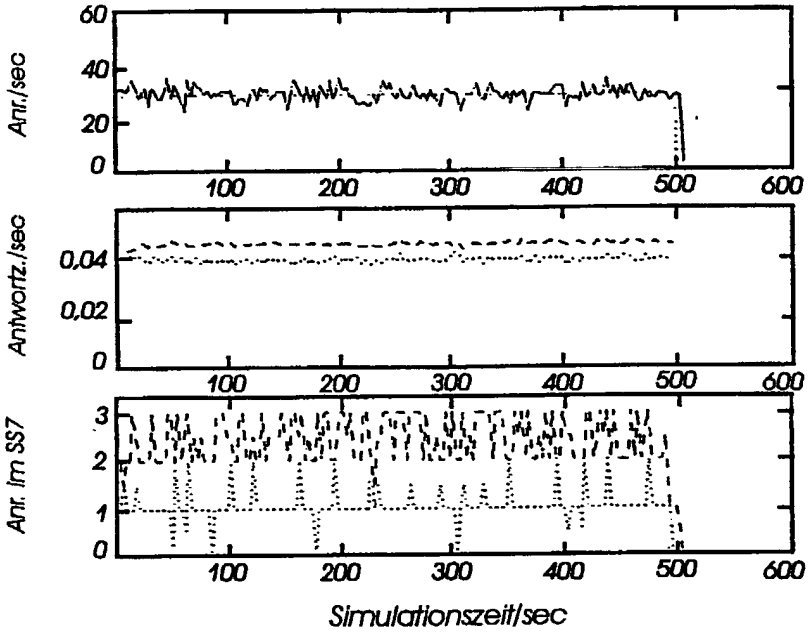


Fig. 21 g

Fig. 21 h

Fig. 21 i

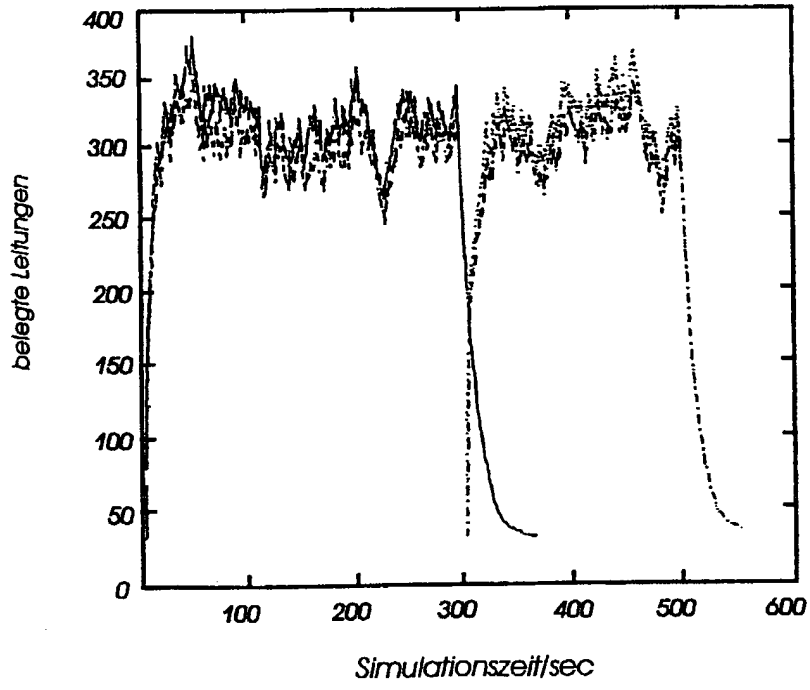


Fig. 21 j

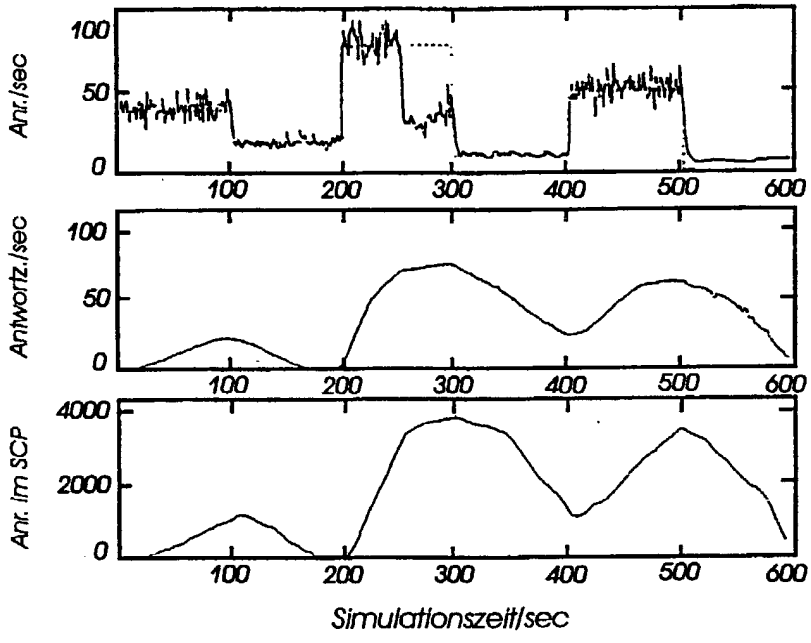


Fig. 22 a

Fig. 22 b

Fig. 22 c

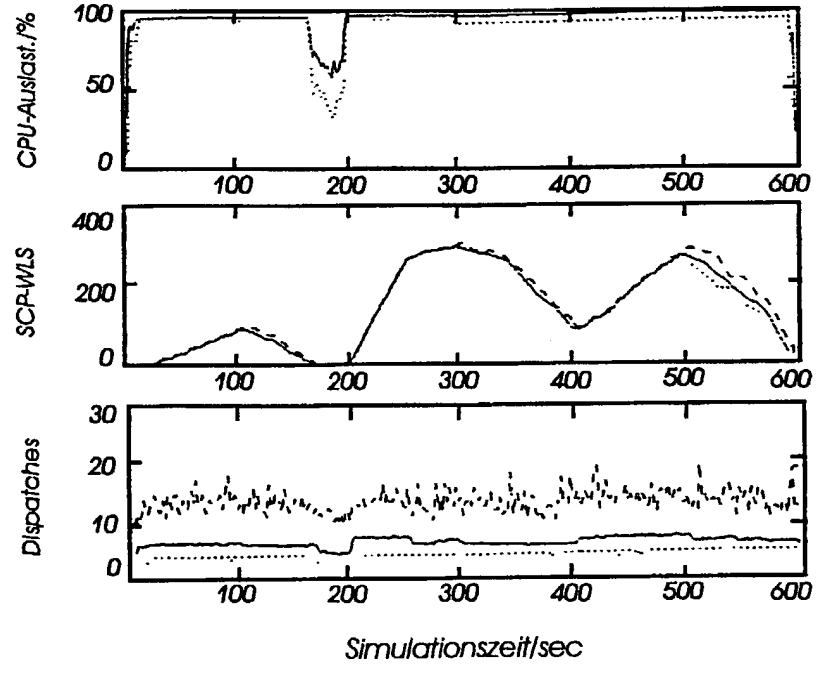


Fig. 22 d

Fig. 22 e

Fig. 22 f

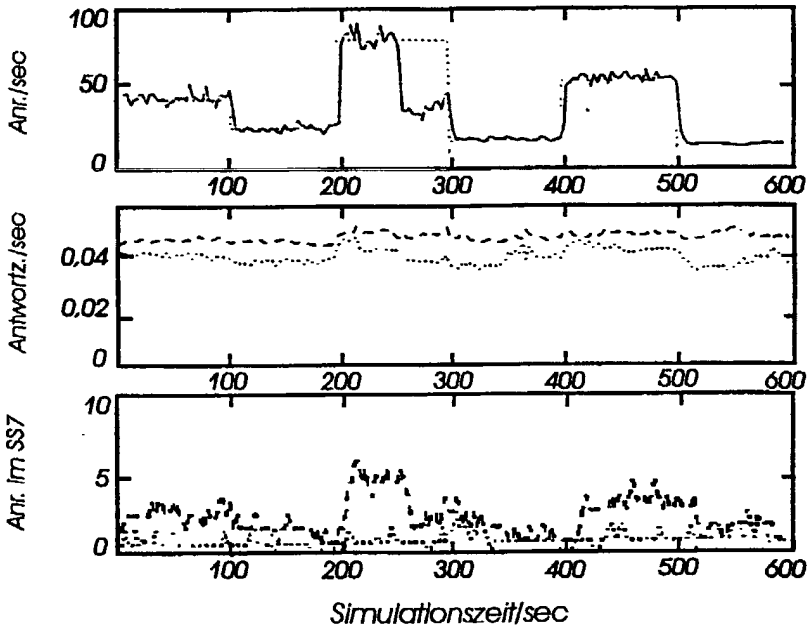


Fig. 22 g

Fig. 22 h

Fig. 22 j

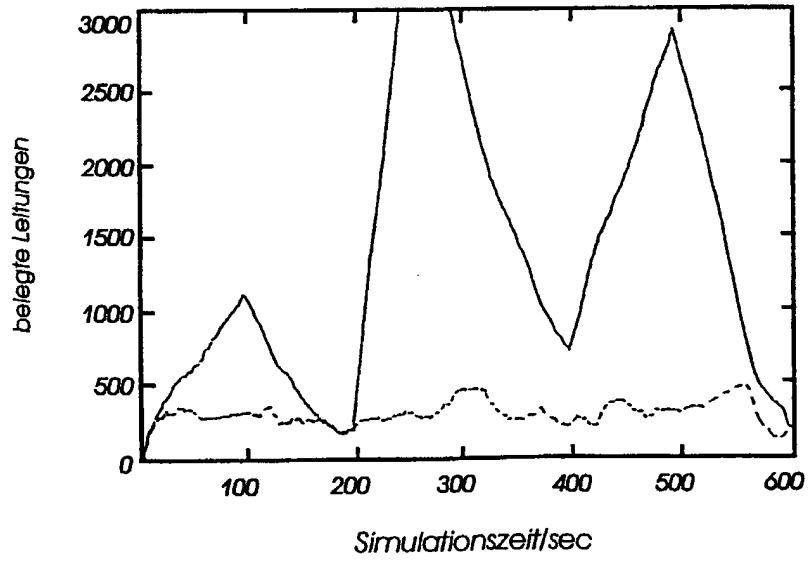


Fig. 22 i

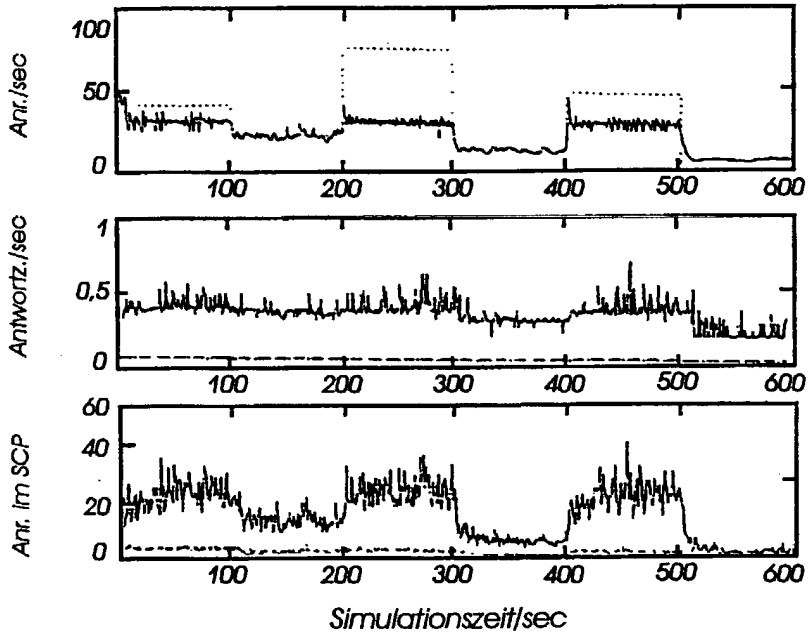


Fig. 23 a

Fig. 23 b

Fig. 23 c

Simulationszeit/sec

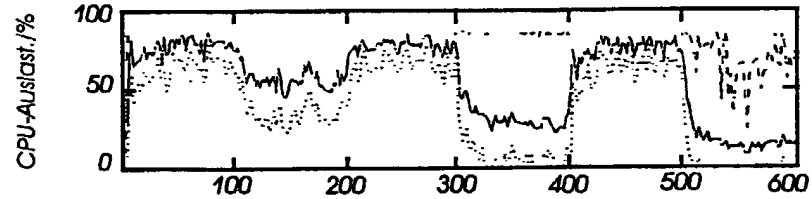


Fig. 23 d

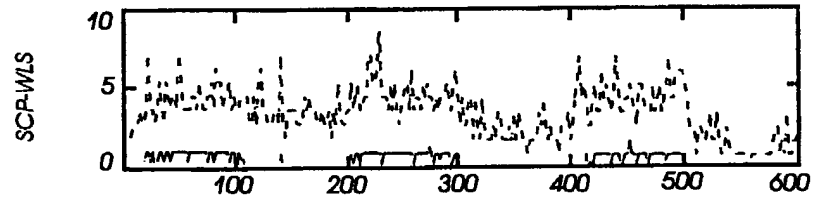


Fig. 23 e

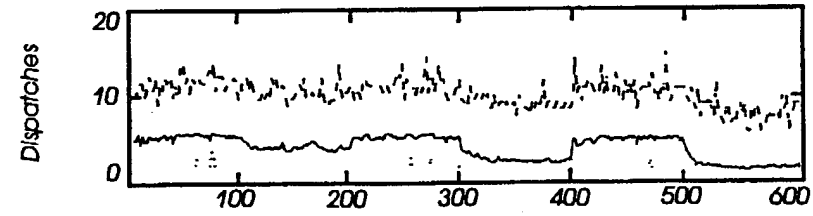


Fig. 23 f

Simulationszeit/sec

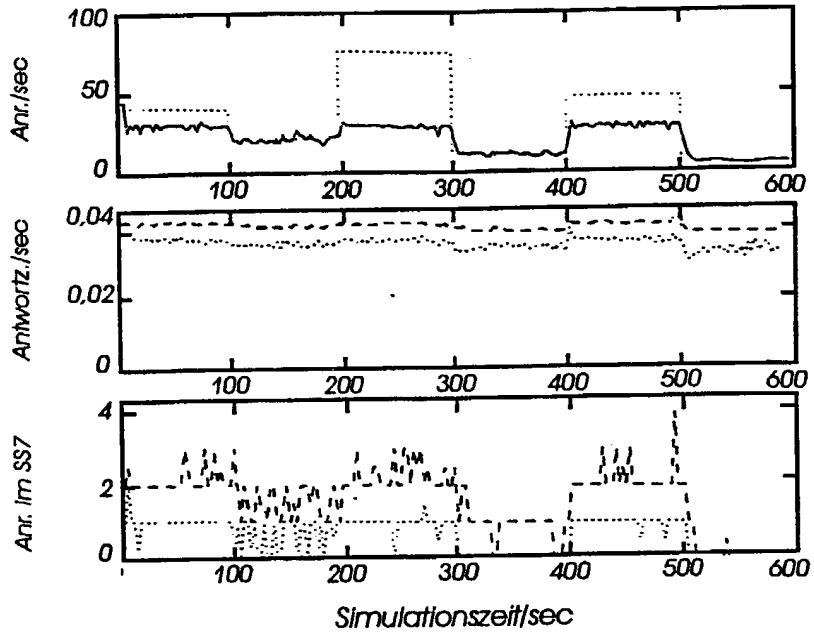


Fig. 23 g

Fig. 23 h

Fig. 23 i

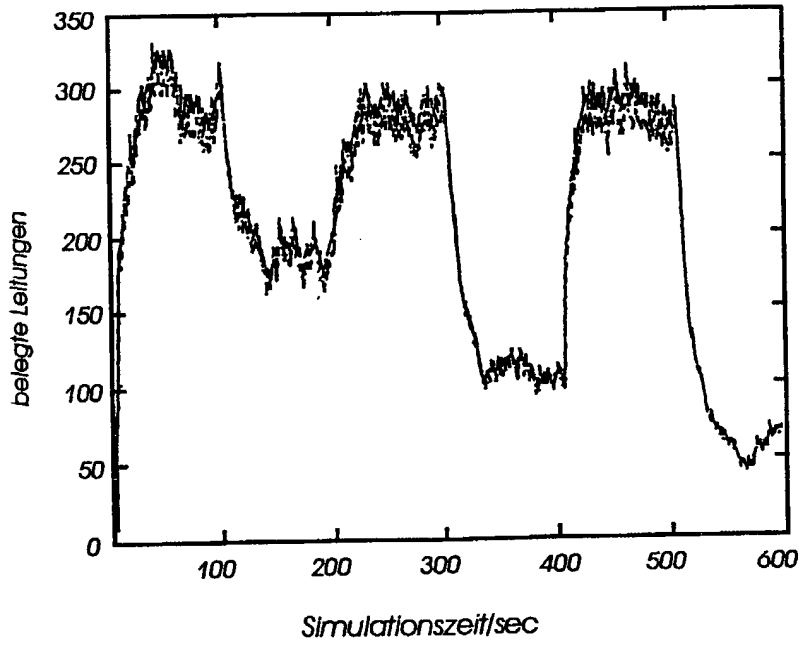


Fig. 23 j

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int tional Application No
PCT/EP 99/01141

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H04Q3/00 H04M3/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H04Q H04M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 781 020 A (ERICSSON INC.) 25 June 1997 see abstract see column 2, line 20 - column 3, line 35 see column 7, line 23 - line 39 see column 8, line 25 - column 9, line 8 ---	1
Y	US 5 621 670 A (MAEDA ET AL.) 15 April 1997 see abstract see column 2, line 8 - line 19 see column 5, line 20 - line 49 see column 7, line 53 - column 8, line 38 --- -/--	1

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 June 1999	24/06/1999

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Larcinese, C

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 99/01141

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 359 649 A (ROSU ET AL.) 25 October 1994 see abstract see column 16, line 28 - line 47 see column 17, line 24 - line 63	1-27
A	SMITH D E: "ENSURING ROBUST CALL THROUGHPUT AND FAIRNESS FOR SCP OVERLOAD CONTROLS" IEEE / ACM TRANSACTIONS ON NETWORKING, vol. 3, no. 5, 1 October 1995, pages 538-548, XP000543255 see page 540, left-hand column, line 24 - line 31 see page 542, left-hand column, line 25 - right-hand column, line 9	1-27

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In tional Application No
PCT/EP 99/01141

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 781020 A	25-06-1997	US 5737517 A	07-04-1998
US 5621670 A	15-04-1997	JP 5037645 A	12-02-1993
		JP 5161168 A	25-06-1993
US 5359649 A	25-10-1994	DE 69228251 D	04-03-1999
		EP 0606353 A	20-07-1994
		JP 6511120 T	08-12-1994
		WO 9307722 A	15-04-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int tionales Aktenzeichen
PCT/EP 99/01141

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H04Q3/00 H04M3/36

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H04Q H04M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 781 020 A (ERICSSON INC.) 25. Juni 1997 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 2, Zeile 20 - Spalte 3, Zeile 35 siehe Spalte 7, Zeile 23 - Zeile 39 siehe Spalte 8, Zeile 25 - Spalte 9, Zeile 8 ---	1
Y	US 5 621 670 A (MAEDA ET AL.) 15. April 1997 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 2, Zeile 8 - Zeile 19 siehe Spalte 5, Zeile 20 - Zeile 49 siehe Spalte 7, Zeile 53 - Spalte 8, Zeile 38 --- -/--	1

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
17. Juni 1999	24/06/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Larcinese, C

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 99/01141

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 359 649 A (ROSU ET AL.) 25. Oktober 1994 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 16, Zeile 28 - Zeile 47 siehe Spalte 17, Zeile 24 - Zeile 63	1-27
A	SMITH D E: "ENSURING ROBUST CALL THROUGHPUT AND FAIRNESS FOR SCP OVERLOAD CONTROLS" IEEE / ACM TRANSACTIONS ON NETWORKING, Bd. 3, Nr. 5, 1. Oktober 1995, Seiten 538-548, XP000543255 siehe Seite 540, linke Spalte, Zeile 24 - Zeile 31 siehe Seite 542, linke Spalte, Zeile 25 - rechte Spalte, Zeile 9	1-27

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Ir ıtionales Aktenzeichen
PCT/EP 99/01141

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 781020 A	25-06-1997	US 5737517 A	07-04-1998
US 5621670 A	15-04-1997	JP 5037645 A	12-02-1993
		JP 5161168 A	25-06-1993
US 5359649 A	25-10-1994	DE 69228251 D	04-03-1999
		EP 0606353 A	20-07-1994
		JP 6511120 T	08-12-1994
		WO 9307722 A	15-04-1993